Aus dem Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Ernst von Herrath

DIE MILZ DER GÜRTELTIERE

Dasypus novemcinctus und Chaetophractus villosus (Fischer)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hansjörg Grundies
aus Freiburg

1968

Aus dem Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Ernst von Herrath

DIE MILZ DER GÜRTELTIERE

Dasypus novemcinctus und Chaetophractus villosus (Fischer)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hansjörg Grundies
aus Freiburg

Dekan: Professor Dr. med. Hans Wolfgang S p i e r

Referent: Professor Dr. med. Ernst von H e r r a t h

Korreferent: Professor Dr. med. Willy S c h w a r z

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 18. Juli 1968.

I. Einleitung.....1

II. Material und Methoden.....2

III. Befunde

A. Gewicht, Größe, Form und Lage der Milz.....4

B. Kapsel und Trabekel.....7

C. Gefäße

1. Arterielle Gefäße.....15

2. Venen und Sinus.....24

3. Lymphgefäße und Lymphknoten.....31

D. Nerven.....33

E. Rote Pulpa.....34

F. Weiße Pulpa.....38

IV. Diskussion der Befunde.....44

V. Zusammenfassung.....49

Dank.....49

Literaturverzeichnis.....49

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546510_0047

I. Einleitung.

Es ist für die vergleichende Milzforschung und auch für die Erforschung der größtenteils noch ungeklärten Aufgaben der Milz unerläßlich, die Milzen möglichst vieler Tierarten zu untersuchen. Innerhalb der Säugetierreihe sind vor allem die Milzen der Haussäugetiere ausführlich beschrieben. Im übrigen sind aber die Kenntnisse hier noch sehr lückenhaft. Die Angaben über die Milz der Gürteltiere und ihnen verwandter Tiere (Ameisenbär, Faultier) beschränken sich bisher auf die Größe, Form und Lage des Organs (Buffon u. Daubenton 1763, Meckel 1838, Gray 1854, alle zit. bei: Retterer u. Neuville 1916; Tischendorf 1956). Einzig Retterer (1916) erwähnt von dem Feinbau der Milzen dieser Tiere das muskelreiche Trabekelwerk und die Malphighischen Körperchen. Wislocki (1928) gibt außer der Form- und Lagebeschreibung der Milzen des Faultieres und des Ameisenbären noch einige Gewichte an. Im folgenden soll der mikroskopische Aufbau der Milzen von Dasypus novemcinctus und Chaetophractus villosus (Fischer) beschrieben werden.

II. Material und Methoden.

Zur histologischen Untersuchung standen zunächst drei ausgeblutete, von Wildfängen stammende und als kleine Stücke in Bouin'scher Lösung bereits fixierte [+]) Milzen von Dasypus novemcinctus (Verbreitungsgebiet: Nordargentinien bis Süden der Vereinigten Staaten) und dann eine frische Milz des südamerikanischen Borstengürteltieres Chaetophractus villosus (Fischer) [++]) zur Verfügung. Beide Tierarten gehören zur Familie Dasypodidae (Unterordnung Xenarthra, Ordnung Edentata). Es sind flinke, omnivore Tiere, die sich bei Gefahr schnell in den Boden vergraben können. Tier I (jung,♀) von Dasypus novemcinctus wog 3029 g, Tier II (jung,♀) ebenfalls 3029 g und Tier III (alt,♀) 7930 g. Chaetophractus villosus (10 Jahre alt,♂), welches zeitlebens unter Domestikationsbedingungen gelebt hatte, wog 3250 g. Seine Milz wurde in Evipannarkose entnommen, mit körperwarmer Ringerlösung (Amylnitritzusatz; Durchspülungsdruck 80-120 cm Wassersäule) blutleer gespült. und zu einem größeren Teil in Formalin, zu einem kleineren Teil in Carnoy'schem Gemisch fixiert. Vor der Durchspülung wurden von einem kleinen Organstück Milzausstriche angefertigt. Daneben wurden in diesem Falle Blut- und Knochenmarksausstriche hergestellt und gleich den Milzausstrichen wie üblich nach Pappenheim gefärbt. Blöcke aus verschiedenen Abschnitten der vier Milzen wurden über Alkohol und Chloroform in Paraffin eingebettet, jeweils in Serien (von 5-100 u Schnittdicke) geschnitten und weiterbehandelt.

Färbungen: Hämatoxylin (Weigert) - Erythrosin; Orcein - Hämato-

---

[+]) Ich danke Herrn Privatdozenten Dr. Willnow für die Überlassung des Materials.

[++])Herrn Direktor Dr. Klöß vom Berliner Zoologischen Garten danke ich für dieses Tier.

xylin; Orcein - Hämatoxylin - Pikrofuchsin; nach van Gieson; nach Dominici; Azan nach Heidenhain. Versilberungen nach Gomori und Bodian. PJS - Reaktion (nach den Angaben von Graumann in: Acta Histochemica 3, 1957). Eisennachweis nach Tirmann und Schmelzer (Turnbullblaureaktion).

Das Volumen der drei Milzen von Dasypus novemcinctus an Kapsel und Trabekel und an weißer Pulpa wurde nach der Papierwägemethode (v. Herrath 1935,1) ermittelt. Dazu wurden die Umrisse von Trabekeln und Kapsel bei 260 - facher Vergrößerung, die Umrisse der weißen Pulpa bei 100 - facher Vergrößerung auf je 40 Bogen eines dünnen, holzfreien Kartons nachgezeichnet. Die Bildfelder waren alle gleich groß. Größere Gefäße wurden ausgespart. Die Zeichnungen wurden ausgeschnitten, gegen den Karton ausgewogen und der prozentuale Anteil an Kapsel, Trabekeln und weißer Pulpa errechnet.

Die Kurven über die Durchmesserverteilung der Trabekel wurden an je 1000 reinen, gefäßlosen Trabekelquerschnitten bei 324 -facher Vergrößerung ermittelt. Die Schnittebene zum Organ war jeweils dieselbe. Bei ovalen Querschnitten wurde der größere Durchmesser gemessen. Der Meßabstand der Kurvenpunkte betrug 2,8 µ.

Das Verhältnis zwischen Arterien- und Venenlumen wurde durch die Flächenbestimmung quergeschnittener Gefäßumrisse ermittelt.

Um den Zusammenhang von Venen und Sinus klarzustellen, wurde ein entsprechender Gefäßabschnitt der durchspülten Milz von Chaetophractus villosus aus 9 je 60 u dicken, aufeinanderfolgenden Schnitten im Maßstab 1:512 in Wachs rekonstruiert. Die Breite und die Länge der Gefäßabschnitte jedes Schnittes wurde mit einem Meßokular ausgemessen, die Höhe nach der Maßeinteilung auf dem

Feintrieb des Mikroskopes errechnet und die Maße auf das Modell übertragen. Der Gefäßverlauf wurde in Draht vorgebogen und dieser, der Gefäßweite entsprechend, mit Modellierwachs umkleidet.

III. Befunde.

A. Gewicht, Größe, Form und Lage der Milz.

Der Berechnung des relativen Milzgewichtes wurde das Bruttogewicht der Tiere zugrunde gelegt. Die Milzgewichte betrugen bei Dasypus novemcinctus: Tier I 3,5 g absolut bzw. 1/865 = 0,11% relativ; Tier II 3,7 g abs., bzw. 1/818 = 0,12% rel.; Tier III 9,8 g abs., bzw. 1/809 = 0,12% rel.. Die Milz von Chaetophractus villosus wog 18,0 g. Das entspricht einem relativen Milzgewicht von 1/180,5 = 0,55%. Das hohe absolute und relative Milzgewicht dieses gesunden Tieres beruht auf der großen Blutfülle der bei der Evipannarkose nicht kontrahierten Milz. Da sich die in der Literatur mitgeteilten relativen Milzgewichte fast allgemein auf ausgeblutete Organe beziehen, kann das relative Milzgewicht von Chaetophractus villosus in diesem Falle nicht mit den relativen Milzgewichten anderer Tiere verglichen werden. Die geringen Schwankungen des relativen Milzgewichtes der drei Milzen von Dasypus novemcinctus können zufällig sein, oder das relative Milzgewicht schwankt bei dieser Tierart überhaupt nur in geringen Grenzen. Die etwa dem relativen Gewicht der Schweinemilz (Steger 1938) entsprechenden Werte liegen nur wenig höher als die des dem Gürteltier verwandten Faultieres; denn Wislocki (1928) fand bei vier Faultieren relative Milzgewichte von 0,109%, 0,103%, 0,083% und

0,097% des Bruttokörpergewichtes.

Die Milz von Chaetophractus villosus liegt frei am Hilus hängend unter dem linken Rippenbogen. Ich hatte leider keine Gelegenheit, die Gekröseverhältnisse zu ermitteln. Die beiden Pole der hufeisenförmigen, zweigelappten Milz zeigen nach medial, während der gebogene und schmalere Verbindungsteil der beiden Lappen nach lateral liegt (Abb. 1). Das dunkelrote bis violette, von Serosa überzogene Organ mißt über den äußeren Umfang von Pol zu Pol 17,0 cm. Der obere, 2,0-2,5 cm breite und 0,8-1,2 cm dicke Lappen ist nierenförmig; der untere, 2,6-3,0 cm breite und 1,0-1,5 cm dicke Lappen ist im Umfang oval. Er zeigt etwa in der Mitte seiner Facies costalis in Längsrichtung eine 2,0 cm lange und wenige Millimeter tiefe Einkerbung (Abb. 1). Retterer (1916) beschreibt am Dorsalrand der hörnchenförmigen Milz von Dasypus sextinus mehrere Einkerbungen, welche die Milz in mehrere Lappen teilen. Bei der Milz von Chaetophractus villosus ergab sich kein Anhalt für eine weitere Lappenaufteilung oder das Zusammenwachsen zweier Lappen. Der Hilus liegt bei Chaetophractus villosus als wenig erhabene, fast ganz von Pol zu Pol verlaufende, 0,2-0,7 cm breite Leiste in der Mitte der Facies visceralis der im Querschnitt ovalen Lappen. Die Hilusleiste entsteht durch den unterschiedlich breiten Ansatz des hier alle Gefäße und Nerven einhüllenden Fettgewebes und seiner Kapsel an der Milzkapsel. Die Dicke der wesentlich kleineren Milzen von Dasypus novemcinctus beträgt bei Tier I 0,6 cm, bei Tier II 0,5 cm und bei Tier III 0,8 cm. Die Milzen haben mit Ausnahme von Tier III keine Einkerbungen und sind im Querschnitt vielgestaltig, meist oval, tropfenförmig oder dreieckig. Dabei gehört zu dem dreieckigen Querschnitt eine breite Facies

costalis und eine gewinkelte Facies visceralis. Seitlich der Winkelkante liegt auf dem breiteren Teil der Facies visceralis die wie bei Chaetophractus villosus beschaffene, aber schmalere Hilusleiste. Bei dem alten Tier III ist etwa in der Mitte des breiteren Teiles der Facies visceralis eine 2 mm lange und maximal 0,15 mm tiefe Einkerbung vorhanden. Retterer (1916) beschreibt eine zweipolige, 5 cm lange Milz von Dasypus novemcinctus. Der eine Pol dieser maximal 0,8 cm dicken Milz ist 0,22 cm und der andere 0,18 cm breit. Die Milz hat die gleiche Form wie bei Dasypus sextinus, nur die Einkerbungen fehlen. Sie liegt in der Körperlängsrichtung, der obere Pol dem Magen an. Der ventrale Rand der Milz ist konvex; der dorsale, konkave Rand umarmt die linke Niere.

Abb.1. Milz von Chaetophractus villosus intra operationem. 2,1 -fache Vergrößerung. a)oberer b)unterer Lappen, c)Einkerbung.

B. Kapsel
und Trabekel.

Die durchschnittlich 16-45 µ breite und am Hilus nur wenig verdickte Kapsel besteht aus glatten Muskelzellen, kollagenen, elastischen und argyrophilen Fasern. Sie ist von einem plattem Serosaepithel überzogen, welches Gitterfasern der Kapsel aufsitzt, die unter dem Serosaepithel in einem flächenhaften Netzwerk verdichtet sind. Kollagene Faserbündel und glatte Muskelzellen sind die Hauptbestandteile der Kapsel, wobei das Kollagen die Muskulatur kaum an Menge übertrifft. Obwohl beide Gewebsarten keineswegs immer gleichmäßig verteilt sind, ist die Kapsel nicht geschichtet. Die nicht gebündelten glatten Muskelzellen bilden ein Maschenwerk; die unterschiedlich dicken kollagenen Fasern

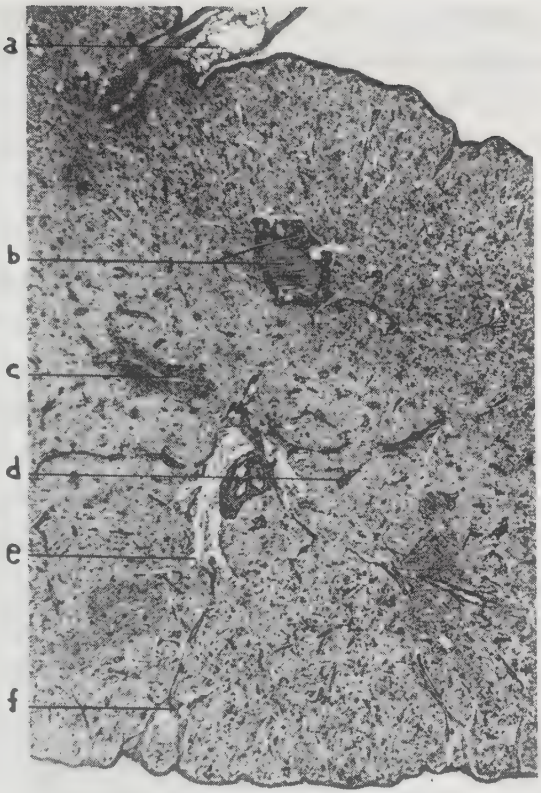


Abb.2. Milz von Dasypus novemcinctus. Vergrößerung: 30,5; Färbung: Orcein -Hämatoxylin. a) Hilus b) Gefäßscheidenvene und G.-arterie c)Lymphscheide mit Lymphscheidenarterie d) Hülse e) Pulpavene f) Trabekel.

sind dazwischen ebenfalls als Maschenwerk eingewoben. Gewöhnlich nimmt das Kollagen zum Organinnern hin an Menge etwas ab, während die glatten Muskelzellen in gleichem Maße zunehmen. Es gibt jedoch sehr oft Abweichungen von diesem Verhalten. So sind an manchen Stellen beide Gewebsarten in der Kapsel gleichmäßig verteilt, an wenigen anderen Stellen ist die Kapsel fast rein kollagen mit nur spärlich eingelagerten Muskelzellen, oder das Kollagen nimmt nach innen stark oder sprunghaft zu, so daß die Kapsel fast geschichtet erscheint, oder die ganze Kapsel ist fast rein muskulös. Dieser unterschiedliche quantitative Aufbau ist gewöhnlich durch die sehr zahlreichen Balkeneinstrahlungen bedingt. An wenigen Stellen ist ein solcher Zusammenhang nicht erkennbar. So besteht die Kapsel an den Organkanten manchmal fast nur aus kollagenen Fasern, manchmal fast nur aus glatter Muskulatur, ohne daß Balkeneinstrahlungen in der Nähe sind. Auch ist dort kein Zusammenhang zwischen Kapselaufbau und etwa unter der Kapsel liegenden Pulpavenen oder Sinus zu erkennen. Die innere Oberfläche der Kapsel kann außer von Gitterfasern entweder von glatten Muskelzellen oder von kollagenen Fasern gebildet sein. Vor allem bei Chaetophractus villosus strahlen im letzteren Falle manchmal kurze kollagene Fasern in die Pulpa ein. Im übrigen ziehen überall von der Kapselinnenfläche argyrophile Fasern in die Pulpa. Die glatten Muskelzellen und die kollagenen Fasern verlaufen oft im ganzen Kapselquerschnitt gleichsinnig. Meist aber wechseln, infolge der Balkeneinstrahlungen, beide Gewebe ihre Verlaufsrichtung zum Teil mehrmals.

Die elastischen Fasern bilden innerhalb der ganzen Kapsel ein Netzwerk. Sie reichen oft bis unmittelbar unter die Serosa und schieben sich zwischen das argyrophile Maschengitter. Die einzel-

nen Fasern sind unterschiedlich dick. Die dickeren Fasern liegen schichtartig oberflächenparallel. Es kommt dadurch bisweilen zur Ausbildung von drei oder vier, in Abständen übereinander liegenden Hauptzügen, die durch dünnere, senkrecht und schräg dazu verlaufende Fasern verbunden sind.

Im Hilusgebiet setzt das die Gefäße und Nerven umgebende Fettgewebe und dessen Kapsel an der Milzkapsel an. Die Fettzellen haften mit ihren argyrophilen Hüllen an der Milzkapsel. Die Kapsel des Fettgewebes besteht unter der Serosa aus argyrophilen, kollagenen und elastischen Fasern. Die elastischen Fasern liegen oberflächenparallel und hauptsächlich nahe der Serosa. Die Kapsel des Hilusfettgewebes strahlt auf der Außenseite der U-förmigen Hilusleiste von Chaetophractus villosus direkt in die Milzkapsel ein, wobei sich ihre Gewebsbestandteile in die Milzkapsel fortsetzen. Auf der Innenseite ist diese direkte Einstrahlung nicht immer ausgebildet. Die Fettgewebskapsel verläuft dort oft, sich allmählich verschmälernd, eine Strecke weit auf der Milzkapsel. Die Verbindung der argyrophilen, kollagenen und elastischen Fasern beider Kapseln ist hier leicht lösbar. Zwischen den beiden Kapseln liegen häufig von der Pulpa kommende Lymphgefäße und Venen, welche die Milzkapsel schräg oder auch senkrecht durchstoßen haben. Selten verläuft im Gebiet der Hilusleiste eine aus einem Venenbalken kommende Vene eine kurze Strecke in der Kapsel und biegt dann wieder in die Pulpa ab. Bei Dasypus novemcinctus ist dieser Zusammenhang von Fettgewebs- und Milzkapsel selten. Gewöhnlich strahlt hier die Fettgewebskapsel auf beiden Seiten der Hilusleiste direkt in die Milzkapsel ein, da alle Gefäße mehr in der Mitte der Hilusleiste gruppiert sind. Die Milzkapsel beider Tiere ist um

die Eintrittsstelle der großen Gefäße teilweise etwas aufgelockert, da zahlreiche kleine und kleinste mit Erythrozyten angefüllte Venen und Lymphgefäße sie dort durchsetzen, so daß die Kapsel stellenweise mit Erythrozyten getränkt erscheint.

Tab.1. Volumprozentgehalt der Milzen von Dasypus novemcinctus:

	Trabekel und Kapsel	Weiße Pulpa	Rote Pulpa
Junges Tier I	9,88%	3,08%	87,04%
Junges Tier II	10,83%	5,04%	84,13%
Altes Tier III	9,64%	5,95%	84,41%

Die Balken der Gürteltiermilz (Abb.2) erinnern im Verlauf und Aussehen an die Trabekel der Milzen von Hund und Katze. Die Trabekelmenge von Dasypus novemcinctus ist mit etwa 10% des Organs größer als bei der Katze mit 7-9% (v. Herrath 1935,1), jedoch kleiner als beim Hund, wo v. Herrath (1935,1) zwischen 11,5% und 16,7% fand. Die Verteilungskurven der Trabekeldurchmesser (Abb.3) stimmen bei allen Tieren (Chaetophractus villosus, Dasypus novemcinctus Tier I, II und III) wesentlich überein. So zeigen die Kurven Gipfel zwischen 14-22 μ, bei 28 μ und bei 42 μ. Die ersten Kurvengipfel von Chaetophractus villosus und Dasypus novemcinctus (Tier I) liegen bei 14 μ und sind höher und spitzer als bei den anderen beiden Tieren. Während die Kurve von Chaetophractus villosus bis zum nächsten Gipfel gleichmäßig abfällt, hat die Kurve von Dasypus novemcinctus (TierI) bei 22 μ einen Absatz. Bei Dasypus novemcinctus (Tier II) liegt der erste Kurvengipfel zunächst zwischen 14-17 μ, um bei 22 μ nochmals anzusteigen. Dagegen ist der erste Kurvengipfel von Dasypus novemcinctus (Tier III) am breitesten und liegt zwischen 14-22 μ. Die nächsten Gipfel der Kurven

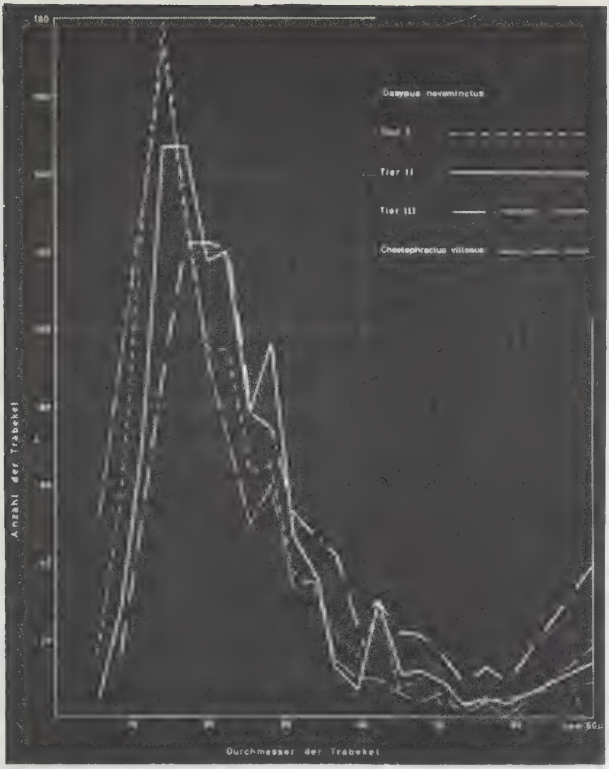


Abb.3. Verteilungskurven der Trabekeldurchmesser.

von Chaetophractus villosus und Dasypus novemcinctus (Tier I und II) liegen bei 28 µ; bei Dasypus novemcinctus (Tier III) zeigt sich hier nur ein Kurvenabsatz. Ferner steigen die Durchmesserkurven zu 42 µ nochmals an. Nur Chaetophractus villosus hat hier keinen Kurvengipfel mehr. Bei den größeren Trabekeldurchmessern sind die Kurven wegen der geringen Zahl der Trabekel nicht mehr vergleichbar. Die Verteilungskurven der Trabekeldurchmesser der Gürteltiere

stimmen mit denen der Katze überein. Zwar zeigen die bisher bekannten Kurven bei der Katze (v. Herrath, 1955) nur einen einzigen Gipfel, sind aber bei einem Meßabstand von 10 µ gewonnen, während die Kurven hier bei einem Meßabstand der Kurvenpunkte von nur 2,8 µ ermittelt wurden.

Würde man bei den Kurven hier den doppelten Meßabstand (5,6 µ) zugrunde legen, so würden alle Kurven, mit Ausnahme der von Dasypus novemcinctus (Tier II), nur noch einen Gipfel zwischen 10 µ und 20 µ zeigen. Bei Dasypus novemcinctus (Tier II) fände sich noch ein zweiter Gipfel bei 42 µ, der bei einem auf 8,4 µ erhöhten Meßabstand der Kurvenpunkte auch noch verschwände. Dann entsprächen alle Kurven denen der Katze. Es ist anzunehmen, daß auch die Verteilungskurven der Trabekeldurchmesser der Katze bei verringertem Meßabstand detaillierter aussehen würden.

Die mächtigsten Balken der Gürteltiermilz ziehen als Gefäßscheiden bis über die Hälfte des Organquerschnittes in das Milzinnere. In den Randpartien der Milz verlaufen die Trabekel häufig in Richtung der Organlängsachse und in Richtung der Organdicke. Daher sind hier auf Querschnitten öfter Trabekel im ganzen Verlauf getroffen, die die beiden sich gegenüberliegenden Kapselseiten verbinden. Trabekel, welche in Richtung der Organbreite verlaufen sind hier seltener. Subkapsulär liegende Gefäßscheiden- und Venenbalken sind bevorzugt durch Trabekel mit der Kasel verbunden. Die Trabekel verbinden sich sehr oft untereinander. Feine Trabekel enden etwa so oft wie bei der Katze frei im Retikulum der roten Pulpa; gelegentlich enden sie auch an der Wand einer Pulpavene. Selten tritt ein Trabekel kurz vor dem Ende einer Lymphscheidenarterie seitlich an sie heran. Dabei verbinden sich die Git-

terfasern des Trabekels mit denen der Tunica externa der Arterie. Ebenso selten wird eine kleinere, lympscheidenlose Pulpaarterie von einem Trabekel berührt. Auch hier verbinden sich die Gitterfasern des überkreuzenden Trabekels mit denen der Tunica externa der Pulpaarterie. Die Trabekel liegen öfter Hülsen an, zu welchen jedoch keine Fasern übergehen. Die Balken verlaufen gerade oder im Bogen, ohne abzuknicken. Die stärksten der sehr unterschiedlich dicken Trabekel sind zwei bis dreimal so dick wie die Kapsel; die dünnsten Trabekel haben nur die Dicke zweier oder einer Muskelzelle. Die Balken sind rund, oval oder abgeplattet; dabei sind die stärkeren Balken eher oval, die feineren eher rund. Die Gefäßscheidenbalken und die Venenbalken haben einen vielgestaltigen, eckigen und buchtigen Umriß, da sie besonders reichlich mit anderen Trabekeln verbunden sind. Die Venenbalken sind fast so häufig wie beim Hund. Sie liegen manchmal direkt unter der Kapsel, so daß diese eine Seite des Venenbalkens bildet. Die von den Trabekeln unvollständig umschlossenen Pulpakammern sind unterschiedlich groß.

Der Trabekel unterscheidet sich von der Kapsel durch vermehrten Muskelzellgehalt. Die glatte Muskulatur ist nicht gebündelt und bildet ein dichtes Netzwerk, in welchem die Zellen in der Trabekelrichtung liegen. Zwischen den Muskelzellen sind die kollagenen Fasern gleichmäßig verteilt. Nur in den gröberen Balken sind sie bisweilen zum Balkeninnern hin vermehrt. Das Verhältnis von glatten Muskelzellen zu kollagenen Fasern kann bei den gröberen Balken von sehr muskelreich bis zu fast gleichen Mengen von Kollagen und glatter Muskulatur variieren. Die gefäßhaltigen Balken (Gefäßscheide-, Venen- und Arterienbalken) unterscheiden sich im

Aufbau und in der Verteilung von kollagenen Fasern und glatter Muskulatur nicht von den übrigen Balken. Die feineren Trabekel bestehen wie bei der Katze (v. Herrath 1935,2) fast nur aus glatten Muskelzellen. An den Verbindungsstellen der Trabekel durchflechten sich die kollagenen Fasern und die glatten Muskelzellen innig.

Die elastischen Fasern bilden im ganzen Trabekel ein gleichmäßiges Raumnetz, dessen Längsmaschen in der Verlaufsrichtung der Trabekel liegen. In den Gefäßbalken sind die Maschen des elastischen Netzes weniger längs orientiert. Die elastischen Fasern der Trabekel sind relativ feiner als die der Kapsel; auch sind die Dickenunterschiede der einzelnen Fasern geringer. Verteilung und relative Menge der elastischen Fasern gleichen sich in allen Trabekeln. Wo sich die Balken verflechten, bilden die elastischen Fasern ein ungeordnetes Netz.

Ungleich dicke argyrophile Fibrillenbündel liegen als sog. Membranellen zwischen den Muskelzellen und den kollagenen Fasern in der Balkenlängsrichtung. Sie sind durch feinere Fäserchen querverbunden. Von den argyrophilen Fibrillenbündeln strahlen zarte Fasern seitlich in die Pulpa ab.

Die Trabekel verbinden sich meist im rechten oder wenig von diesem abweichenden Winkel mit der Kapsel. Oft gabeln oder verzweigen sich vor allem längere und relativ dünne Trabekel kurz vor Erreichen der Kapsel, so daß die entstandenen Faserzüge nebeneinander, aber getrennt die Kapsel erreichen. Grobe Trabekel sind häufiger auch vor Erreichen der Kapsel noch mit anderen Trabekeln verbunden. Gelegentlich haften mehrere Trabekel an der gleichen Kapselstelle. Der in die Kapsel einstrahlende Trabekel ist in sei-

ner Peripherie manchmal etwas aufgelockert. Die dort liegenden glatten Muskelfasern und die kollagenen Fasern legen sich in der Art eines leicht flachgedrückten Pinsels der Kapselunterfläche an und dringen allmählich in die Kapsel ein. Die Faserzüge zweier nebeneinander einstrahlender Trabekel können sich auf der Kapselunterfläche verbinden und die Kapsel so verstärken. Die glatten Muskelzellen und die kollagenen Fasern im Innern des Trabekels strahlen schräg oder senkrecht oft tief in die Kapsel ein, so daß die Faserzüge gelegentlich bis fast unter die Serosa ziehen. Es kommt vor, daß sich diese Züge der glatten Muskelzellen und kollagenen Fasern an der Einstrahlungsstelle überkreuzen. An manchen Trabekeleinstrahlungsstellen ist die Kapsel etwa in ihrem mittleren Drittel zusätzlich durch einige oberflächenparallel verlaufende kollagene Bündel verstärkt. Die elastischen und argyrophilen Fasern der Trabekel setzen sich überall kontinuierlich in die entsprechenden Fasern der Kapsel fort.

C. Die Gefäße.

1. Arterielle Gefäße.

Alle Gefäße treten innerhalb der Hilusleiste ein und aus. Sie sind vor dem Eintritt in das Organ am Hilus von Fettgewebe eingehüllt. Die größeren Rami lienales der bei Chaetophractus villosus zum magistralen Typ (Definition bei Schabadasch, 1935) zählenden Arteria lienalis treten in Begleitung einer Vene in die Milz ein. Das Verhältnis der Lichtungsweiten der Milzarterien und Milzvenen beträgt 1:1,65; beim Eintritt der Gefäße in das Organ steigt es

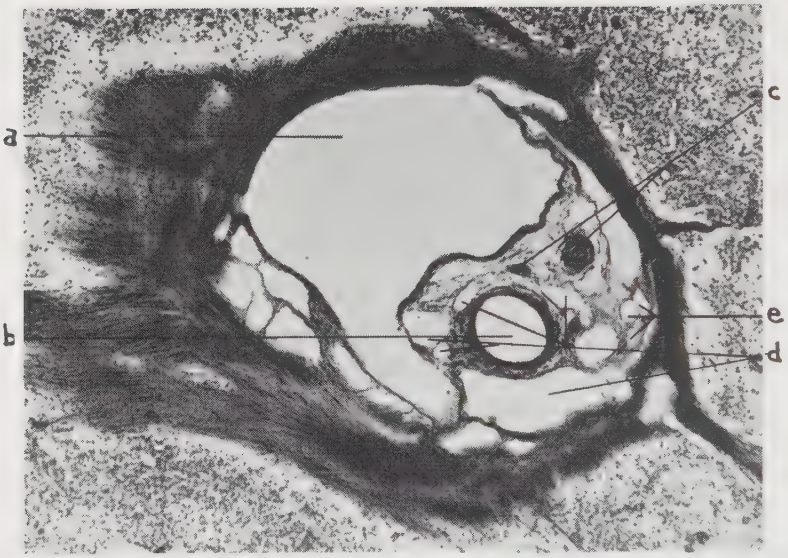


Abb.4. Hilusnahe Gefäßscheide. Vergrößerung: 82; Färbung: Azan (nach Heidenhain). a) Gefäßscheidenvene b) Gefäßscheidenarterie c) Nerven d) Lymphgefäße e) Fettzellen.

auf 1:21 (Abb.4). Letzteres entspricht fast dem für das Schaf und Rind angegebenen Verhältnis von 1:25 (Tait u. Cashing 1925, zit. bei v. Herrath,1958). In den weiter im Organinnern gelegenen Gefäßscheiden geht das Verhältnis dann wieder auf 1:10 bis 1:15 zurück. Selten durchstoßen kleinere arterielle Rami lienales, die sich schon vorher von größeren abgezweigt haben, die Kapsel ohne Venenbegleitung. Sie gelangen ohne Balkenscheide in die Pulpa, wo sie gleich von einer Lymphscheide umgeben werden. Meist wird die Kapsel durch die großen Gefäße als Gefäßscheide ins Organinnere eingestülpt. Die Hilusarterien teilen sich kurz vor, bei oder kurz hinter dem Eintritt in die Gefäßscheide in mehrere (2-5) lange Gefäßscheidenarterien auf. Diese divergieren gleichmäßig in der

Querschnittsebene des Organs. In Hilusnähe liegt die Gefäßscheidenarterie manchmal, zusammen mit in ihrer Tunica externa verlaufenden Nerven und Lymphgefäßen, in einer Längsfurche der Gefäßscheidenvene. Sie grenzt ähnlich wie bei der Schweinemilz (v. Herrath 1935,2) mit ihrer Tunica externa direkt an das Venenendothel. Weiter vom Hilus entfernt liegt die Gefäßscheidenvene nur noch mit einem kleinen Teil ihres Umfanges der Gefäßscheidenarterie oder einem Nerven direkt an, oder sie ist durch eine mehr oder weniger dicke Balkenscheidewand von diesen getrennt. Von der Gefäßscheidenarterie zweigen sich regellos wenige größere Seitenäste spitz- oder rechtwinklig als Balkenarterien ab, welche bevorzugt in Richtung der Organlängsachse verlaufen. Solche Balkenarterien können sich je nach Größe baumartig in weitere (bis zu drei) Balkenarterien aufteilen. Manche Seitenäste der Gefäßscheidenarterie durchsetzen die Gefäßscheide schräg, liegen dieser dann außen noch eine mehr oder weniger weite Strecke einseitig an und werden beim Abbiegen in die Pulpa einseitig von einem meist nur sehr kurzen Balkenausläufer der Gefäßscheide begleitet. Sehr kleine, in unregelmäßigen Abständen rechtwinklig von der Gefäßscheidearterie abgehende Seitenäste ziehen nach Verlassen der Gefäßscheide ohne Balkeneinscheidung als Lymphscheidenarterien in die Pulpa. Die Gefäßscheidenarterie selbst teilt sich selten noch einmal in zwei gleich- oder ungleichstarke Gefäßscheidenarterien. Gewöhnlich geht sie nach der Organmitte in zwei oder drei Balkenarterien über, welche in die drei Raumrichtungen divergieren.

Die Gefäßscheidenarterie besteht aus Endothel, welches einer Tunica propria mit einem Netz von feinen Gitterfasern aufsitzt. Darauf folgt eine dicke, membranöse Tunica elastica interna und

eine mächtige, muskelstarke Tunica media, in welcher nur ein sehr zartes Netz aus feinsten elastischen Fasern ausgebildet ist. Die Tunica media wird durch eine deutliche, membranöse Tunica elastica externa abgeschlossen. Die Tunica externa besteht aus vorwiegend schräg zur Arterienachse verlaufenden kollagenen Fasern, im Verband mit argyrophilen Fasern und wenigen, als lockeres Netz dazwischen liegenden, elastischen Fasern. Die an der Hilusarterie breite Tunica externa wird an der Gefäßscheidenarterie fortlaufend schmaler. Noch in Hilusnähe kann sie, wohl wegen dort liegender Lymphgefäße, einseitig stärker ausgeprägt sein. An der peripheren Gefäßscheidenarterie und besonders an der Balkenarterie ist die Tunica externa meist sehr schmal und oft nur einseitig vorhanden. Die membranöse Tunica elastica externa der proximalen Gefäßscheidenarterie wird zur Balkenarterie hin schmaler und zu einem Netz, welches mit dem elastischen Fasernetz des Balkens verbunden ist und in der Balkenarterie immer weitmaschiger wird.

Die Lymphscheide bildet sich bei Dasypus novemcinctus unmittelbar um die aus dem Balken tretende Arterie; bei Chaetophractus villosus bildet sie sich manchmal auch erst nach einer kurzen, lymphscheidenfreien Verlaufsstrecke der Pulpaarterie. Die Pulpaarterie liegt in der Lymphscheide teils zentral, teils mehr exzentrisch und ist selten, wie beim Igel (Hoepke 1932), nur einseitig von der Lymphscheide umgeben. Diese scheidet die Pulpaarterie etwa auf ein bis zwei Dritteln ihrer Länge ein. Die Lymphscheide bleibt bis zu ihrem Ende in wechselnder Stärke, aber kontinuierlich um die Pulpaarterie erhalten. Die Lymphscheidenarterie verzweigt sich in größere und kleinere Lymphscheidenarterien. Diese wiederum gehen in unregelmäßigen Abständen lymphscheidenfreie,

kleine Arterien in die rote Pulpa ab, wo sie sich weiter aufzweigen. Bei Chaetophractus villosus geht eine solche Pulpaarterie nach bogenförmigem Verlauf in seltenen Fällen wieder in die Lymphscheide zurück. Dort teilt sie sich wie die anderen Endäste der Pulpaarterien (siehe weiter unten) in Arteriolen auf. Diese gehen in Hülsenkapillaren über, die am Rande oder in der Nähe der weißen Pulpa liegen. Nur einmal konnte ich hier auch einen hülsenlosen Übergang in arterielle Kapillaren beobachten (siehe weiße Pulpa Seite 44).

Die Lymphscheidenarterie besitzt unter dem Endothel eine dünne Propria, eine immer noch kräftige Membrana elastica interna und eine muskelstarke Tunica media. Die Tunica elastica externa ist ein dünnfasriges, weitmaschiges Netz. Die vorwiegend aus Gitterfasern bestehende Tunica externa ist als eigentliche Lymphscheide ausgebildet und wie in anderen Milzen durch Lymphozyteneinlagerung aufgelockert. Neben den Gitterfasern finden sich nur wenige kollagene Fasern, die der Tunica media direkt anliegen.

Nach Verlust der Lymphscheide gibt die Pulpaarterie bei Dasypus novemcinctus oft nur noch ein oder zwei (bei Chaetophractus villosus meist mehrere) Seitenäste ab oder sie teilt sich auch dichotomisch in zwei gleichstarke Äste. Die Pulpaarterie geht dann entweder pinselförmig (d.h. von einem Punkt aus) in mehrere (2-5) Pulpaarteriolen über oder sie teilt sich baumartig auf („arterielles Endbäumchen", Herrlinger 1949). Die kleinerer Seitenäste der Pulpaarterien und die Pulpaarteriolen ziehen gestreckt oder gewunden durch die Pulpa. Die Pulpaarteriolen teilen sich manchmal noch dichotomisch; gewöhnlich gehen sie nach unterschiedlich langem Verlauf (10-500 μ) in Hülsenkapillaren über. Bei Chaetophractus

villosus zieht die Pulpaarterie manchmal nach Verlassen der Lymphscheide eine kurze Strecke (etwa 200 µ) durch die rote Pulpa, durchläuft dann noch eine Knötchenrandzone und bleibt danach endgültig in der roten Pulpa. Nach Verlust der Lymphscheide nimmt die Orceinfärbbarkeit der Membrana elastica interna der Pulpaarterie ab. Die Tunica media besteht weiterhin aus ringförmig angeordneten Muskelzellen, die zu der Pulpaarteriole hin allmählich eine einzellige Schicht bilden. Die Tunica externa der Pulpaarterie und der Pulpaarteriole besteht aus einem quermaschigen Gitterfasernetz. Dieses wird in Hülsennähe manchmal mehr längsmaschig. Es geht in die Gitterfasern der Hülse über. Zwischen den Gitterfasern sind wenige kollagene Fasern eingelagert, deren Ausläufer selten bis in die Hülse hinein reichen. Die Pulpaarteriole verliert an der Hülse ihre Muskulatur und wird zur Hülsenkapillare.

Die Hülsen von Chaetophractus villosus entsprechen in der Größe etwa denen der Schweinemilz. Sie sind bis zu 160 µ breit und meist mehrere hundert µ lang. Die Hülsen von Dasypus novemcinctus sind etwas kleiner, etwa so groß wie die der Hundemilz. Hülsen, welche seitlich der weißen Pulpa liegen, sind bei beiden Tieren etwas kleiner als in der roten Pulpa gelegene Hülsen. Die Hülsen sind lang tropfenförmig mit verdicktem Anfang und sich allmählich verjüngendem Ende. Hülsen mit einer einzigen Kapillare sind selten; denn gewöhnlich teilt sich die Hülsenkapillare in zwei oder mehrere Hülsenkapillaren auf, und die Hülse macht, wie beim Hund, Schwein und bei der Katze (v. Herrath 1935,2), mit ihren Ausläufern die Aufzweigung der Kapillaren mit (Abb.5). Wenn sich aus einer kleinen Pulpaarterie gleich zu Anfang der Hülse pinselförmig drei oder mehr Hülsenkapillaren bilden, entstehen mehrere

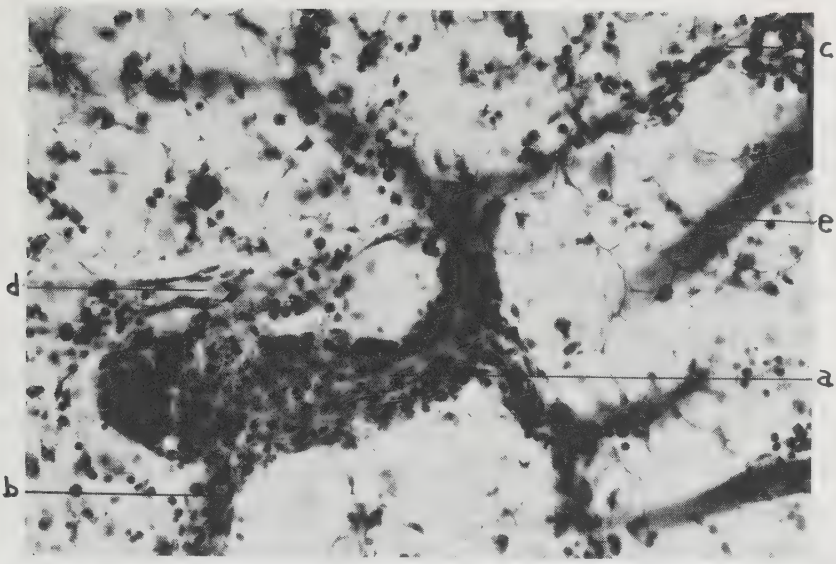


Abb.5. Kapillarhülse von Chaetophractus villosus. Vergrößerung: 300; Färbung: Orcein- Hämatoxylin. a) Hülsenkapillare b) Ausläufer der Hülse c) arterielle Endkapillare d) Pulpavene e) Trabekel.

Hülsen, die nur an ihrem Anfang verbunden sind. Aus den einzelnen Hülsen gehen noch mehrere Kapillaren hervor, so daß mächtige und ziemlich komplexe Hülsengebilde entstehen. Die Kapillaren liegen in den Hülsen öfter exzentrisch. Sie sind in den undurchspülten Milzen enger, für einen Erythrozyten knapp durchgängig, als in der durchspülten Milz, in welcher sie annähernd den doppelten Durchmesser haben. Bei der durchspülten Milz können von den Hülsenkapillaren kleine Seitenröhrchen abgehen, die in Lücken der Hülse übergehen. Dies sind vermutlich Artefakte. Die Hülsenkapillaren bestehen aus einem Endothel, welches einem zarten gitterfasrigen Netz von der Maschenweite eines Zellkerns aufsitzt. Bevor die Hül-

senkapillaren in die arteriellen Endkapillaren übergehen, begleitet sie der Ausläufer der Hülse oft mehr als 100 µ weit als einzellige und immer mehr in die Länge gezogene Schicht.

Die Kapillarhülse erscheint als synzytialer Zellverband aus dicht gepackten Zellen, welche wohl eine Variation der Retikulumzellen sind. Die der Hülsenkapillare zunächst liegenden Zellen sind oft konzentrisch angeordnet; im übrigen ist keine bestimmte Zellanordnung erkennbar. Der Kern der Hülsenzellen ist rundlich, oval oder wenig gebuchtet. Das Chromatin ist in einem weitmaschigen, zarten Netz angeordnet und, ähnlich wie bei der Katze (Riedel 1932), an der deutlichen und vielfach verdickten Kernmembran angereichert, ohne daß von einer Kernwandhyperchromatose gesprochen werden kann. Der Nukleolus ist ein- oder mehrfach vorhanden. Insgesamt ist der Kern der Hülsenzellen wenig gröber strukturiert als der der übrigen Retikulumzellen (siehe Seite 35). Das Protoplasma der Hülsenzellen ist gegenüber dem der Retikulumzellen etwas trüber, feingekörnt wie bei der Katze (Riedel 1932) und leicht eosinophil wie bei der Igelmilz (Loretti 1935, zit. bei v. Herrath 1958). Nur Retikulumzellen der Pulpa, die im Begriff sind sich aus dem Zellverband zu lösen bzw. freie Retikulumzellen haben ein ähnlich azidophiles und etwas trübes Protoplasma. Die einzelnen Hülsenzellen sind gegeneinander nicht abgrenzbar. Sie beinhalten in wechselnder Menge in manchen Hülsen ein staubfeines, im Zellleib gleichmäßig verteiltes eisenhaltiges Pigment, wie es Dustin (1938) für die Hülsen einer Hundemilz beschrieben hat. Dieses Pigment nimmt in den einzelnen Hülsen oft von innen nach außen wenig zu. In den Hülsenzellen finden sich öfter Erythrozytenfragmente, die in den oberflächennahen Zellen die Eisenreaktion

ergeben. Feine argyrophile Fasern, welche engmaschiger als im Retikulum der roten Pulpa liegen, bilden das Gerüst der Hülse. Diese Gitterfasern gehen ohne Unterbrechung in das Gitterfasernetz des umgebenden Retikulums über. Zwischen den Hülsenzellen sind nicht konstante Lücken, in denen Erythrozyten und häufiger noch Lymphozyten mit einem einheitlich dunklen, meist vieleckigen und teilweise ausgezogenen Kern liegen. Kleine hämatische Körperchen, wie sie Teitel Bernard (1931) als Rest der Erythrozytendurchwanderung durch die Hülsenkapillarwand angibt, sind nur ganz selten zu finden. Die Hülsenzellen sind mit den Retikulumzellen wie die Retikulumzellen untereinander (siehe Seite 35) verbunden. Der Übergang von Hülse zu Retikulum ist in den undurchspülten Milzen nicht genau abgrenzbar; in der durchspülten Milz ist er unvermittelt, und die Hülsen heben sich sehr gut vom umgebenden retikulären Gewebe ab. Bei der Durchspülung entstanden in manchen Hülsen, vermutlich als Artefakte, größere, runde Hohlräume.

Die aus der Hülse hervorgehenden arteriellen Endkapillaren ziehen, je nach der Lage der Hülse, zur roten Pulpa, zur weißen Pulpa oder zu beiden. Die für die weiße Pulpa bestimmten arteriellen Endkapillaren sind im allgemeinen kürzer als die der roten Pulpa angehörenden. Nach Verlust der Hülse zieht eine arterielle Endkapillare oft gestreckt, oft auch gewunden noch bis zu 500 μ weit durch die rote Pulpa. Unterwegs zweigt sie sich in mehrere (bis zu zehn und mehr) Kapillaren auf. Von solchen arteriellen Endkapillaren gehen außerdem kurze, bis zu 30 μ lange, bald endigende Seitenäste ab, wie das auch Neubert (1922) bei der Schweinemilz beschrieben hat. Die arterielle Endkapillare besteht aus einem lückenlosen Endothelzellverband, dessen Kerne in der Kapillar-

längsrichtung liegen. Die Endothelzellen liegen einem Grundhäutchen mit einem Netz sehr zarter argyrophiler Fasern auf. Die 4-8µ dicken arteriellen Endkapillaren enden ziemlich plötzlich. Kurze, bis zu 15 µ lange Trichter sind oft nur angedeutet. Dabei erweitert sich die Kapillare auf 10 µ, bis höchstens 12 µ. Bei der trichterförmigen Endigung weichen die zwei bis drei letzten Endothelzellen am Kapillarende etwas auseinander, ohne daß zwischen ihnen eine Lücke entsteht. Die Endothelzellen hören dann einfach auf, in die Ausläufer der Retikulumzellen übergehend. Die Retikulumzellen führen mit ihren Ausläufern die Form des angedeuteten Trichters noch einige µ weiter, bevor die übliche Maschenform des Retikulums erreicht ist. Die arteriellen Endkapillaren enden bevorzugt in Trabekelnähe; oftmals enden sie auch in geringer Entfernung von einem Venenanfang (siehe Seite 27).

2. Venen und Sinus.

Der venöse Gefäßteil +) der Gürteltiermilz weicht in seinem Aufbau von den bisher bekannten Milzen ab. Es gibt neben Gefäßbäumen bildenden Pulpavenen auch Sinus, entsprechend der Definition, daß Sinus plexusartig anastomosierende venöse Kapillaren sind (Abb.6a und 6b). Die Pulpavenen und Sinus sind bei Chaetophractus villosus geringer ausgebildet als das Pulparetikulum, bei Dasypus novemcinctus nehmen sie fast den gleichen Raum ein wie dieses. Die venösen Gefäße liegen vermehrt in Nähe der weißen Pulpa

+) Die Beschreibung des venösen Gefäßteiles stützt sich vor allem auf die durchspülte Milz von Chaetophractus villosus.

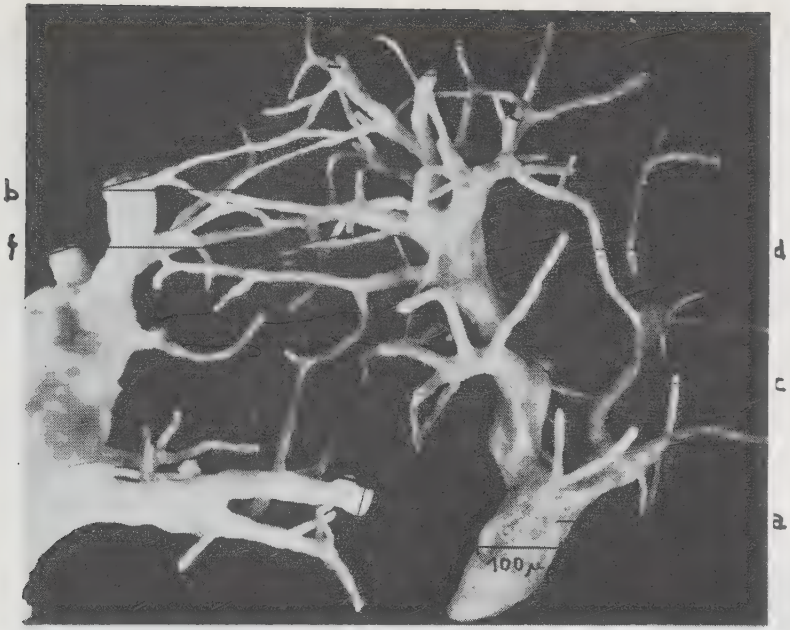
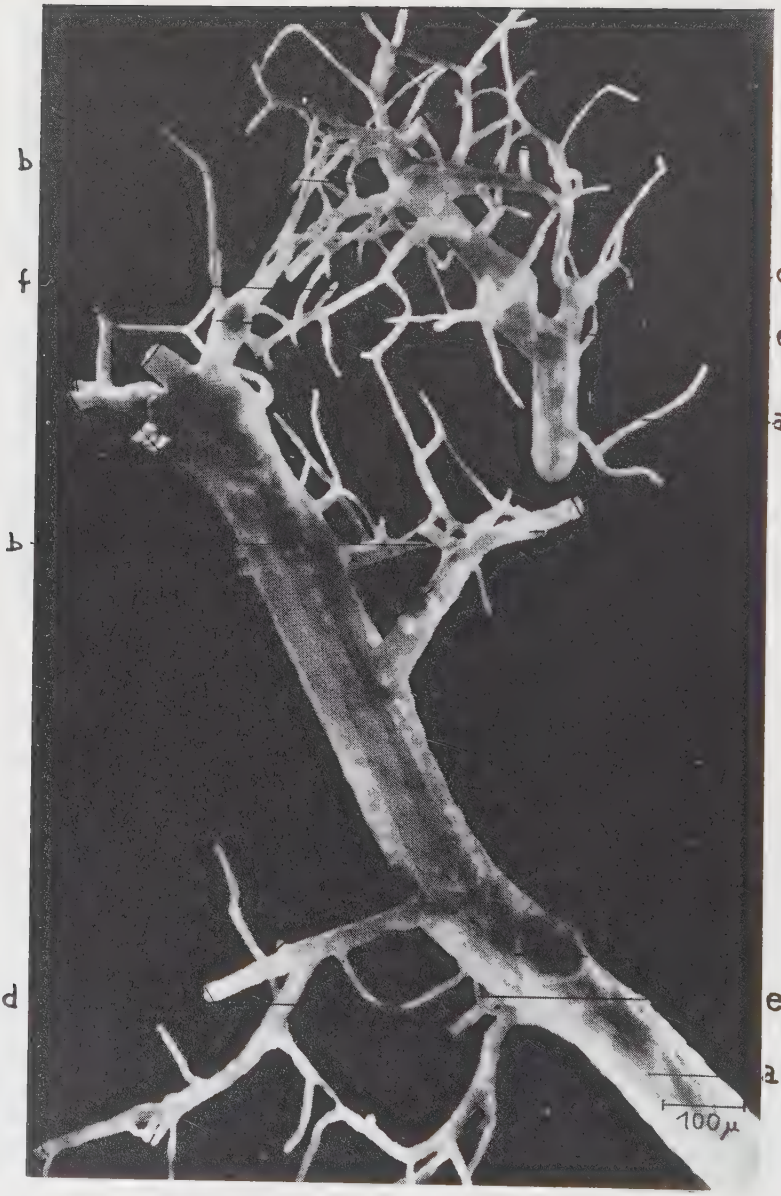


Abb. 6a und 6b (umseitig). Venen und Sinus der Milz von Chaetophractus villosus. Wachsmodell. Die nicht weiterverfolgten Gefäße sind durch einen Querstrich gekennzeichnet. a) Pulpavene b) Sinus c) Pulpavenenanfang d) Anastomose zwischen Pulpavenen e) venöser Nebenschluß f) Sinusansatzröhrchen.

Die Pulpavenenanfänge sind 5-15 µ weit. Sie beginnen relativ unvermittelt aus dem Retikulum, und es entsteht sogleich eine Venenwandung, die der der größeren Pulpavenen entspricht. Selten sind die ersten ein bis zwei Endothelzellen eine Übergangsform zwischen Retikulumzellen und Venenendothelzellen. Dabei ist der Kern dieser Zellen etwas heller als der einer Retikulumzelle. Er ist rund bis oval, aber noch nicht länglich-oval wie der eigentliche Endothelzellkern. Das Protoplasma der Endothelzellen hat zum Retiku-


b
f
b
d
c
e
a
e
a
100 µ

lum hin breitere und schmalere Ausläufer, die kontinuierlich ohne lichtmikroskopisch sichtbare Zellgrenze in die anschließenden Retikulumzellen übergehen. So ist der gewöhnlich trichterartige Venenanfang in das Retikulum eingespannt (Abb.7). Die Stellung der Retikulumzellen bestimmt die Weite des Venenanfanges. Nicht selten stehen sich zwei Venenanfänge oder gelegentlich auch ein Venenanfang und die Endigung einer arteriellen Kapillare in einer Entfernung von 20-60 μ gegenüber. Durch entsprechende Stellung des Retikulums können sich hier fakultativ Anastomosen bilden.

Die Wandung der Pulpavenen besteht lichtmikroskopisch aus einem Endothelzellensynzytium mit Stomata. Das Protoplasma der Endothelzellen ist gleichmäßig dicht. Wie das Sinusendothel beim Hund bis

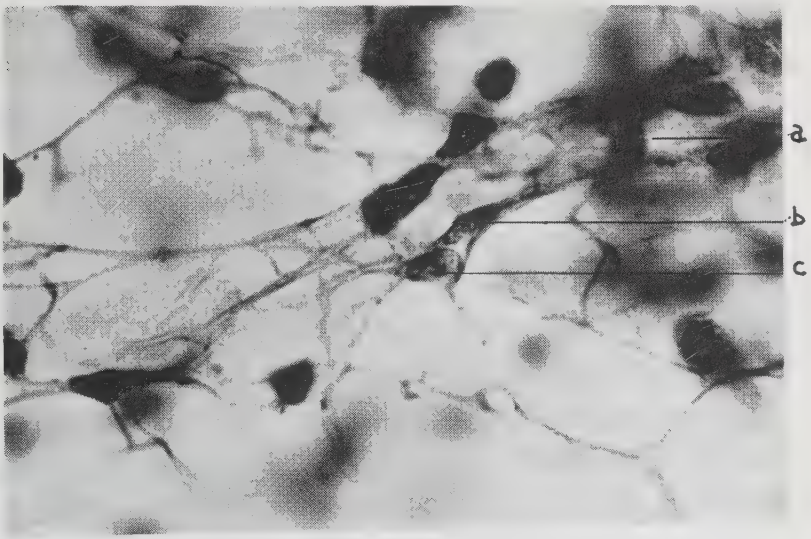


Abb. 7. Anfang einer Pulpavene von Chaetophractus villosus. Vergrößerung: 1400; Färbung: Orcein-Hämatoxylin. a) Pulpavene b) Endothelzellkern c) Retikulumzellkern.

zur Balkeneinmündung hin durchbrochen ist (Neubert 1922), so bleiben auch die Lücken im Pulpavenenendothel beim Gürteltier bis zur Balkeneinmündung, ohne an Zahl abzunehmen, erhalten. Die Endothellücken sind wenig unregelmäßiger angeordnet als bei der Schafsmilz (Mollier 1911). Sie sind rundlich oder oval und etwa so groß wie ein Zellkern. Die hellen, länglich-ovalen und kaum in die Gefäßlichtung vorspringenden Kerne der Endothelzellen sind gleichmäßig sehr fein gekörnt und annähernd gleichgroß. Die deutliche Kernmembran ist dünn, selten verdickt. Die in der Gefäßwand unregelmäßig verteilten Endothelzellkerne liegen mit ihrer Längsachse nicht streng in Stromrichtung. Wo sich Pulpavenen verbinden, liegen die Endothelzellkerne ungeordnet. Die umgebenden Retikulumzellen stehen mit dem Endothel der Pulpavenen ohne lichtmikroskopisch sichtbare Zellgrenzen in Verbindung. Die Pulpavenenwand besitzt keine eigenen oder speziellen Gitterfasern, die in einer bestimmten Ordnung liegen. Vielmehr sind die Gitterfasern an der Pulpavenenwand relativ spärlich, liegen ungeordnet und gehören zu den die Pulpavenen umgebenden Retikulumzellen.

Die Pulpavenen vereinigen sich zu immer größeren Gefäßen. Die Strecke von einem Venenanfang bis zur nächsten Venenvereinigung ist zwischen 10 µ und mehreren hundert µ lang. Es gibt immer Anastomosen zwischen den Pulpavenen. So anastomosieren sämtliche mittleren bis großen Pulpavenen mindestens durch einen Seitenast. Die Venenanastomosen sind in der Mehrzahl schmal, etwa zwischen 4-7 µ breit; die dickste Anastomose maß 15 µ. Eine 5 µ dicke anastomosierende Pulpavene kann bis zu 300 µ lang sein. Solche engen Pulpavenen sind keine kollabierten größeren. Bei den größeren Pulpavenen finden sich als Besonderheit selten 5-10 µ breite und

bis zu 100 µ lange Nebenschlüsse in Form eines kleinen Gefäßbogens (Abb.6b). Die Pulpavenen in Hülsennähe liegen bisweilen wie die Sinus bei der Hundemilz (Neubert 1922) und die Pulpavenen bei der Schweinemilz (v. Herrath 1935,2) mit ihrem Endothel der Hülse direkt an. Häufig lehnen sich Pulpavenen eine kurze Strecke einseitig an einen Balken. Subkapsuläre Venen liegen teils unmittelbar unter der Kapsel, teils sind sie durch wenig Retikulum von ihr getrennt.

Die Pulpavenen anastomosieren in der Nähe der weißen Pulpa, um die Lymphscheide, in der und um die Knötchenrandzone so häufig, daß von einem Sinussystem gesprochen werden kann (Abb.6a u. 6b).

Die Sinus sind 7-20 µ weit und behalten meistens ihren Durchmesser bis zur nächsten Verbindung bei. Engere, bis zu 3 µ dünne Verbindungsröhrchen zwischen den Sinus sind seltener. Sie sind häufig wesentlich länger als die von Herrlinger (1949) beim Menschen beschriebenen Reusen, denen sie auch im Feinbau keineswegs gleichen. An den Sinus sitzen seitlich immer wieder 5-50 µ lange Ansatzröhrchen, die denen entsprechen, welche Herrlinger (1949) beim Menschen beschrieben hat. Sie drainieren jedoch nicht nur, wie dort, den Knötchenmantel, sondern liegen auch der roten Pulpa zugekehrt. Die kürzeren Ansatzröhrchen sind nur Gefäßwandausstülpungen, die längeren entsprechen schmalen Venenanfängen. Die Wandung der Sinus ist ebenso gebaut wie die der Pulpavenen (siehe Seite 28) und zeigt die gleiche Verbindung zum Retikulum. Spezielle Gitterfasern fehlen, was für eine geringe Differenzierungshöhe der Sinuswandung spricht. Die Sinusendothelzellkerne entsprechen den Venenendothelzellkernen und sind nicht etwa breiter, dichter oder mit rundlicheren Formen untermischt als diese. Die Sinus gehen in Pulpavenen über.

Die Pulpavenen münden end- oder seitenständig in Balken- oder Gefäßscheidenvenen. Vor allem die größeren Pulpavenen werden gewöhnlich vorher schon ein- oder mehrseitig von Balkenausläufern verschiedener Länge und Richtung begleitet. Kleinere Venen münden allerdings häufiger auch ohne Balkenbegleitung unvermittelt in die Balken- oder Gefäßscheidenvenen. Die wechselnd langen größeren Balkenvenen gehen einzeln in Gefäßscheidenvenen über. Kleinere Balkenvenen vereinigen sich meist zuerst zu größeren. Einmal konnte ich bei Chaetophractus villosus drei voneinander getrennte Balkenvenen in einem einzigen Balken mehr als 0,5 mm nebeneinander verlaufen sehen. Manchmal liegen Balkenvenen unter der Organkapsel. Dabei wird wie beim Kaninchen (v. Herrath 1935,2) die Wand der Balkenvenen außen von der Kapsel und innen vom Balken gebildet. Eine solche Balkenvene kann wieder ganz in die Pulpa zurückziehen. Im Hilusgebiet gehen die subkapsulären Balkenvenen allmählich in ihrem ganzen Umfang in die Kapsel über. Sie durchstoßen die Kapsel meist in einem sehr flachen Winkel und verlaufen eine größere Strecke in ihr, bevor sie das Organ verlassen. Venen kleineren und mittleren Kalibers treten am Hilus häufig auch ohne vorherige Balkeneinscheidung, wie bei der Katze (Riedel 1932), aus der Milz aus und verbinden sich erst außerhalb dieser mit den größeren Hilusvenen.

Die Balkenvenen bestehen nur aus einem in den Balken eingelassenen Endothelrohr. Erst am Hilus bekommen die Venen mit dem Austritt aus dem Organ eine eigene Wandung. Die der Gefäßscheidenvene am nächsten liegenden Fasern des elastischen Fasernetzes der hilusnahen Gefäßscheide gehen allmählich in ein mehr und mehr zirkulär zur Venenachse verlaufendes Netz über. Dazu kommen beim

Organaustritt schräg oder zirkulär verlaufende kollagene Fasern und Muskelzellen. Kurz hinter dem Austritt aus dem Organ ist die Wandung der Äste der Vena lienalis vollständig ausgebildet. Sie haben eine relativ muskulöse Tunica media mit einem Netz aus starken elastischen Fasern. Die kollagenen Fasern sind in der Tunica media geringer als die glatte Muskulatur entwickelt; sie bilden vor allem die Tunica externa. Dort sind glatte Muskelzellen selten, und die elastischen Fasern sind geringer als in der Tunica media entwickelt.

3. Lymphgefäße und Lymphknoten.

Lymphgefäße befinden sich in der weißen und roten Pulpa; sie begleiten den Arterienbaum und liegen in der hilusnahen Kapsel. Die meisten Lymphgefäße kommen aus den Lymphscheiden. Sie können dort manchmal nahe der roten Pulpa beginnen, so daß auch Erythrozyten in sie gelangen. Die endothelausgekleideten Lymphgefäße entwikkeln sich aus den Retikulummaschen der Lymphscheiden, sind anfangs nur wenige μ weit und liegen periarteriell wie beim Pferd (Hartwig,1949). Sie liegen direkt auf der Tunica externa der Arterien oder sind nur durch wenige Zellreihen von ihr getrennt. Dabei sind gewöhnlich nur ein oder zwei größere Lymphgefäßstämme, die immer wieder durch enge Anastomosen verbunden sind, längs einer Arterie ausgebildet. Die in den Lymphscheiden verlaufenden Nervenfaserbündel sind ebenfalls von ihrer Bindegewebshülle angelagerten Lymphgefäßplexus begleitet. Die Lymphe der Lymphscheiden-Lymphgefäße enthält neben reichlich Lymphozyten wenige Erythrozy-

ten. In der durchspülten Milz sind die Lymphgefäße weit und leer.

In den Arterienbalken und den Gefäßscheiden liegen die Lymphgefäße wie bei vielen anderen Säugern (Hund, Schwein, Schaf und Rind: vgl. v. Herrath 1935,2) periarteriell und bilden in der Tunica externa der Arterien Plexus. Auch die im gleichen Balkenquerschnitt eingeschlossenen, isoliert von den Arterien verlaufenden Nervenfaserbündel sind von unterschiedlich vielen Lymphgefäßen umsponnen. Außerdem entwickeln sich in den Gefäßscheiden Lymphgefäße, die ohne Verbindung zur Pulpa im Bindegewebe der Balkenscheide mit Gewebslücken beginnen und zunächst nicht in der Tunica externa der Arterien liegen. Im proximalen Teil der Gefäßscheide oder am Hilus verläßt ein großer Teil der Lymphgefäße die Arterien und die Nervenfaserbündel und zieht für sich im Hilusfettgewebe von der Milz weg. Die dünne Wandung dieser Lymphgefäße besteht neben dem Endothel aus einer Bindegewebshülle mit kollagenen, argyrophilen und wenigen, eingestreuten elastischen Fasern. Die Lichtung der Lymphgefäße einer proximalen Gefäßscheide kann schätzungsweise bis zu einem Fünftel der Weite der Gefäßscheidenvenen erreichen (Abb.4). Die Lymphgefäße haben selten und nur am Hilus Klappen. Im Hilusbereich können gelegentlich kleinere Lymphgefäße mit den Venen anastomosieren.

Durch die hilusnahe Kapsel verlaufen zahlreiche, meist sehr enge Gefäße, die als kurze Röhrchen aus der Pulpa kommen und dicht mit Erythrozyten gefüllt sind. Die Gefäße sind in der Pulpa wie Pulpavenen gebaut, münden aber in Lymphgefäße. Man kann diese Gefäße entweder als aus der roten Pulpa kommende Lymphgefäße bezeichnen oder als kleine Venen, die in Lymphgefäße münden.

Hiluslymphknoten sind bei den Milzen von Dasypus novemcinctus

sehr selten, bei Chaetophractus villosus wenig häufiger ausgebildet. Das parahiläre Fettgewebe ist auffallend reaktionsfreudig. Es finden sich neben ganz zu Fettzellen umgewandelten Retikulumzellen immer wieder Zellen eines geringeren Speicherungsgrades und auch Zellen, welche gar nicht gespeichert haben. Dann gibt es Stellen an denen im Fettgewebe zahlreiche Lymphozyten um reich verzweigte kapilläre Gefäße liegen, ohne zu einem Organ geformt zu sein, und schließlich manchmal kleine Lymphknoten mit reichlich Sinus, einer schmalen Kapsel und oft nur angedeuteter Septierung.

D. Nerven.

Die marklosen Nervenfaserbündel der Rami lienales ziehen zusammen mit den Gefäßen in die Gefäßscheide. Dickere, bis zu 100 μ messende Faserbündel liegen periarteriell in der Tunica externa der Gefäßscheidenarterie oder sind der Tunica externa angelagert; in ersterem Falle ist ein Perineurium nicht abgrenzbar, in letzterem ist es ausgebildet. Andere Faserbündel liegen isoliert in der Gefäßscheidenwandung ebenso wie beim Schwein, Kalb, Kaninchen, Hund und bei der Katze (Riegele 1929). Sie sind von einem schmalen Perineurium umgeben. Der weitere Verlauf der Nervenfaserbündel ist sehr unterschiedlich. Die periarteriellen Nervenfaserbündel begleiten die Arterien in die Lymphscheiden, wo sie mehr oder weniger weit von den Arterien entfernt liegen. Dabei kommt auf eine Lymphscheidenarterie nur ein größeres Nervenfaserbündel. Von diesem zweigen kleinere Faserbündel ab, teilen sich in der weißen

Pulpa auf oder ziehen in die rote Pulpa. Die isoliert in der Gefäßscheide liegenden Nervenfaserbündel biegen von der Gefäßscheide aus in die Pulpa ab oder ziehen in die Gefäßbalken (Arterien-, Venenbalken) und biegen dann in die Pulpa ab. In der Nähe der Gefäßscheiden- und Balkenvenen liegende Nervenfaserbündel grenzen manchmal direkt an das Venenendothel. Die in die rote Pulpa abgehenden Nervenfaserbündel können der Gefäßscheide oder dem Gefäßbalken mehr oder weniger weit einseitig außen anliegen. Nur wenige Nervenfaserbündel sind nach Verlassen des gefäßführenden Balkens (Gefäßscheide, Arterien-, Venenbalken) noch eine kurze Strekke von einer eigenen Balkenscheide ("Nervenbalken", Hartwig 1949) umgeben. Von dort aus verlaufen die Nervenfaserbündel frei in der roten Pulpa ebenso wie beim Hund (Harting 1952), beim Schwein, Kalb, Kaninchen und bei der Katze (Riegele 1929). Die Endigung der Nervenfasern in der roten Pulpa konnte ich nicht verfolgen, da die Schnitte sich nicht einwandfrei imprägnieren ließen.

E. Rote Pulpa.

Das Grundgerüst der roten Pulpa ist ein zelluläres und ein fasriges Retikulum. Das fasrige Retikulum besteht aus unterschiedlich dicken Gitterfasern, die in ihrer räumlichen Anordnung dem Maschenwerk der Retikulumzellen entsprechen. Sie sind mit den Gitterfasern aller Strukturen (Balken, Gefäße, Hülsen), zwischen denen das Retikulum ausgespannt ist, verbunden.

Die Retikulumzellen sind unterschiedlich geformt. Ihr Kern ist wie der Hülsenzellkern rund, oval oder auch etwas gebuchtet. Er

besitzt ein zartes, netzförmiges Chromatingerüst mit Chromatinverdichtungen an den Kreuzungspunkten. Ein Nukleolus oder deren mehrere sind immer vorhanden. Die Kernmembran ist deutlich, aber etwas schmaler als bei der Hülsenzelle und seltener verdickt. Das Zytoplasma ist im allgemeinen klar, gelegentlich wabig oder trüb, ähnlich dem Protoplasma der Hülsenzellen. Die Fortsätze der Retikulumzellen sind teils schmal und fein, teils breitere Protoplasmabänder (Abb.8). Sie verbinden sich ohne lichtmikroskopisch erkennbare Zellgrenzen.

Einzelne Retikulumzellen enthalten in wechselnder Menge braungelbes, körniges Pigment, welches, wie alles Pigment der Gürteltiermilz, die Eisenreaktion ergibt. Dasselbe Pigment findet sich

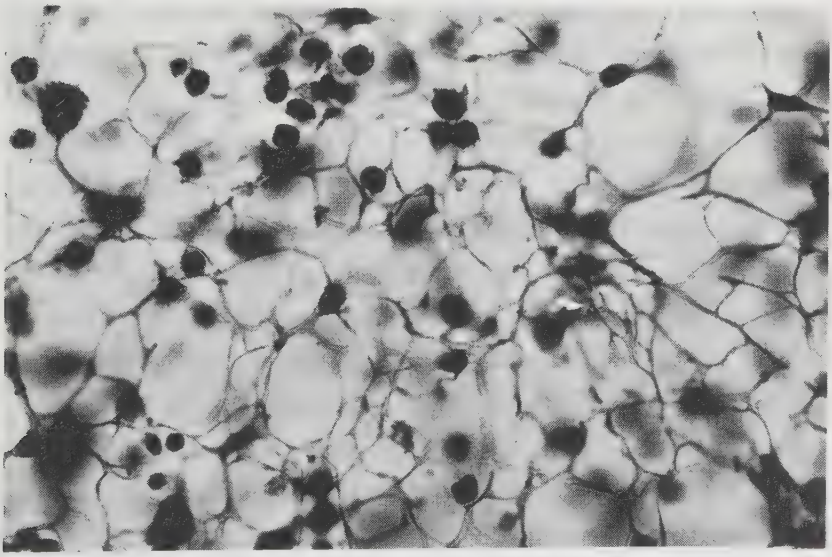


Abb.8. Retikuläres Bindegewebe der roten Pulpa von Chaetophractus villosus. Vergrößerung: 750; Färbung: Orcein-Hämatoxylin.

auch häufig in Makrophagen, die in den Retikulummaschen liegen. Oftmals findet sich auch Pigment in der Tunica externa größerer Arterien, dort wo sie aus dem Balken in die Pulpa treten. Venenendothelzellen sind sehr selten mit Pigment beladen.

Unter den freien Zellen der roten Pulpa fallen zahlreiche, überall verteilte Megakaryozyten auf, Dementsprechend sind auch die Milzausstriche reich an Thrombozyten. Die Milzausstriche bieten ein sehr buntes Zellbild (vgl. das Splenogramm und Myelogramm Tab. 2). Die Zellformen unterscheiden sich morphologisch nicht von denen anderer Säuger. Die Erythrozyten des Blutausstriches von Chaetophractus villosus haben einen um durchschnittlich 0,5 µ größeren Durchmesser als die des Menschen. Die Extremwerte sind 6,5 µ bzw. 9 µ; der Blutausstrich zeigt aber keine Anisozytose. Die Erythrozyten von Dasypus novemcinctus sind nach Lewis (1964) kleiner als die des Menschen. Retterer (1916) gibt die Erythrozytengröße von Dasypus novemcinctus mit 3-4 µ an, ohne anzugeben, ob sie für den Blutausstrich oder das fixierte Schnittpräparat zutrifft. Letzteres ist eher anzunehmen, da bei dem hier vorliegenden Material die Erythrozyten von Dasypus novemcinctus und auch von Chaetophractus villosus im fixierten Schnitt 3,75-5,5 µ messen. - Das Differenzialblutbild zeigt bei Chaetophractus villosus mit 48,5% Lymphozyten eine relative Lymphozytose. Der Gesamtanteil der Lymphozyten ist fast so hoch wie beim Kaninchen, wo er zwischen 50,6% und 53,6% (Richter 1953) beträgt. Der Anteil der Granulozyten beträgt ebenfalls 48,5% (Unsegmentierte 2,0%, Segmentierte 41,0%, Eosinophile 4,5%, Basophile 1,0%). Monozyten sind mit 3,0% vertreten. - In der roten Pulpa sind die Erythrozyten

meist besonders dicht in den Sinus um die weiße Pulpa gelagert. Andererseits gibt es in der roten Pulpa Venen, die hauptsächlich Blutplasma und nur wenige Erythrozyten führen. Neben den Zellen des strömenden Blutes finden sich in der Gürteltiermilz Zellen der Erythro-, Lympho- und Granulopoese. Die Erythro- und Granulopoese ist zwar in der Milz vergleichsweise geringer als im Knochenmark, aber sie ist nicht unbedeutend und bleibt anscheinend das ganze Leben über erhalten. Bei dem geringen Anteil der weißen Pulpa (3-6%) am Gesamtorgan ist der Lymphozytenanteil von 68,4% am Splenogramm auffällig. Er entspricht den für das Kaninchen angegebenen Werten, bei welchem Richter (1953) in drei Fällen 65,0%, 70,5% und 74.4% fand. Die große Lymphozytenzahl wird dadurch erklärt, daß auch in den Maschen der roten Pulpa überall die Lymphozyten (speziell die kleinen) sehr reichlich sind. Die Blutzellneubildung kann überall in der roten Pulpa stattfinden. Jedoch findet sich die Erythro- und Lymphopoese bevorzugt in Trabekelnähe, wie das Jerusalem und Kretschmar (1964) auch für die Mäusemilz angeben. Subkapsuläre Bildungszentren sind seltener. Die Granulopoese ist unter anderem manchmal in Hülsennähe anzutreffen oder um die arterielle Endkapillare. Dabei findet sich kein Anhalt dafür, daß die Hülse myelopoetisch tätig wäre, wie das Hueck (1930) annimmt. Außerdem sind bei Chaetophractus villosus Zellen der Granulopoese gelegentlich im Bereich eines venösen Nebenschlusses (vgl. Seite 28) zu finden. Auffallend sind Zellen der myeloischen Reihe, die zu einer Zellsäule aneinander gereiht in der Tunica externa von Pulpaarterien liegen, wo diese noch nicht von einer Lymphscheide umgeben sind. Das deutet auf myelopoetische Zellen der Tunica externa hin. Dergleichen konnte bei Dasypus no-

vemcintus nicht beobachtet werden.

Tab. 2. Durchschnittswerte des Spleno- und Myelogrammes bei Chaetophractus villosus.

	Milz	Knochenmark
Retikulumzellen	4,5 %	3,6 %
Endothelzellen	0,9 %	-
Plasmazellen	0,2 %	0,2 %
Proerythroblasten	0,4 %	1,5 %
Makroblasten	1,5 %	10,7 %
Erythroblasten	7,9 %	18,8 %
Myeloblasten	0,3 %	0,7 %
Promyelozyten	0,4 %	0,7 %
Myelozyten	0,9 %	9,8 %
Metamyelozyten	0,8 %	6,6 %
Unsegmentiert?	1,6 %	29,8 %
Segmentierte	1,7 %	12,2 %
Monozyten	0,05%	0,1 %
Lymphoblasten	0,5 %	-
Lymphozyten	68,4 %	3,8 %
Basophil gran. Zellen	0,03%	1,5 %

F. Weiße Pulpa.

Die weiße Pulpa der ausgebluteten Organe ist bei Dasypus novemcinctus mit 3-6 Volumprozent des Organes relativ gering entwikkelt (siehe Tab. 1, Seite 11). Die Menge entspricht etwa der der Hundemilz, in welcher v. Herrath (1935,1) in drei Fällen 3,01 %, 11,25 % und 5,09 % fand. Obwohl die nicht entblutete Milz von Chaetophractus villosus keinen direkten Vergleich zuläßt, scheint die weiße Pulpa hier etwas stärker entwickelt zu sein als bei Dasypus novemcinctus. Da die weiße Pulpa an den Arterienbaum gebunden ist, ist sie dementsprechend über das ganze Organ verteilt. Sie kommt auch unmittelbar unter der Kapsel vor. Trotz der geringen Menge besteht sie aus kontinuierlichen Lymphscheiden und zahlreichen runden oder eiförmigen Malphigischen Körperchen. Die Follikel

von Dasypus novemcinctus liegen in unregelmäßigen Abständen in den Lymphscheiden, meist in den Astwinkeln der Lymphscheidenarterien. Sie stehen in breitem Zusammenhang mit den Lymphscheiden und können bis zu zwei Dritteln ihres Umfanges aus ihnen herausragen. Bei Chaetophractus villosus dagegen finden sich die Follikel seltener in den Astwinkeln von Lymphscheidenarterien. Obwohl die Follikel auch bei diesem Tier meist breit mit den Lymphscheiden zusammenhängen, sind doch manche Follikel nur durch schmale Brücken aus lymphatischem Gewebe mit ihr verbunden, so daß sie wie gestielt wirken (Abb.9a). Bei Chaetophractus villosus, nicht aber auch bei Dasypus novemcinctus endet die sonst konisch auslaufende Lymphscheide öfters mit einem Follikel.

Die Maschenweite des Retikulums der roten Pulpa wird zur Lymphscheide hin kontinuierlich um etwa ein Drittel enger und behält diese Größe in der Lymphscheide bei. Die argyrophilen Fasern des retikulären Bindegewebes der Lymphscheide sind unterschiedlich dicker als in der roten Pulpa (Abb.9a u. 9b). Ihr Flechtwerk verschnürt die Lymphscheide mit ihren freien Zellen. Es verdichtet sich kaum zur roten Pulpa hin und geht an der Oberfläche der Lymphscheide unvermittelt in das zartere retikuläre Fasernetz der roten Pulpa über. So entsteht eine scharfe Grenze, die in der durchspülten Milz mit zellfreier roter Pulpa besonders deutlich ist. Bei den undurchspülten Milzen dagegen sind die der Lymphscheide anliegenden Maschen des Retikulums der roten Pulpa dicht mit einigen Lagen von Lymphozyten angefüllt, welche erst allmählich der üblichen Zellpopulation der roten Pulpa weichen.

Die Grenze zwischen Follikel und roter Pulpa unterscheidet sich von der Grenze zwischen Lymphscheide und roter Pulpa. Die Maschen-

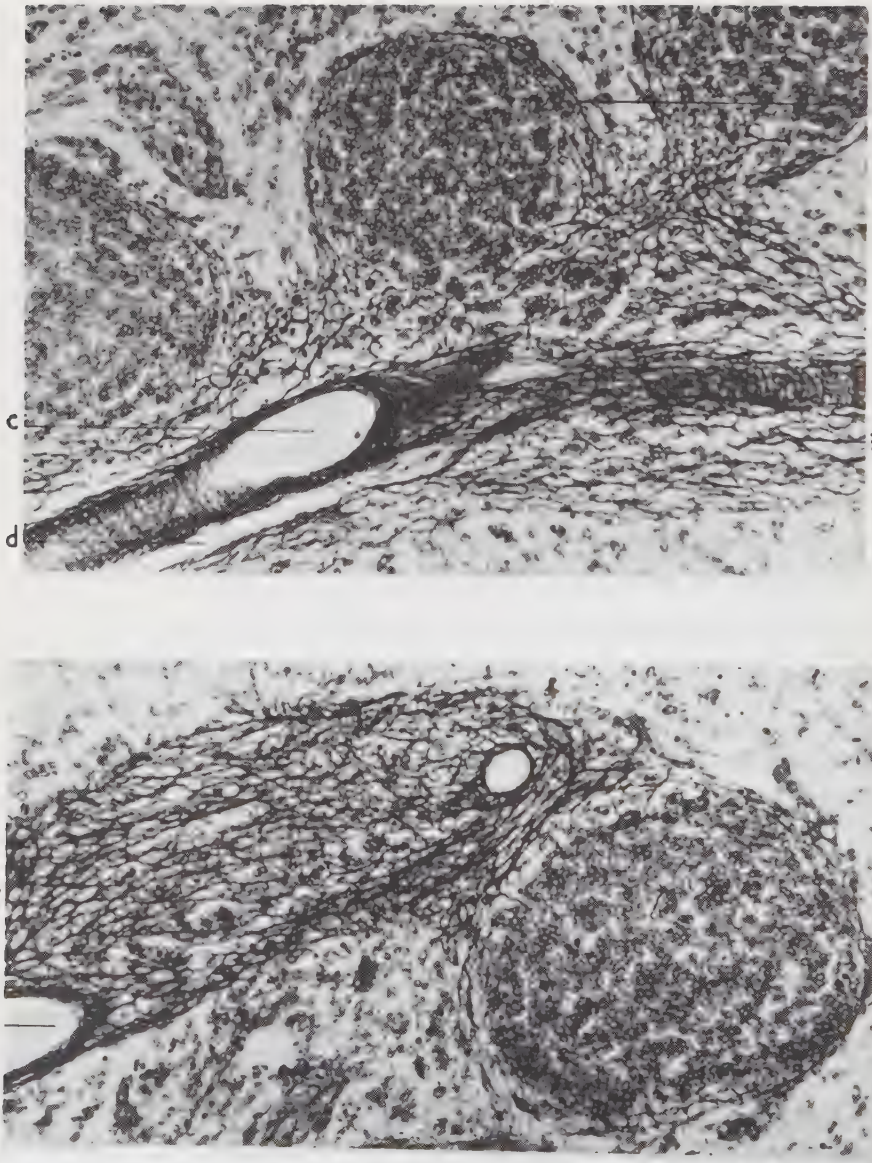


Abb.9a u.9b. Lymphscheide mit Follikeln. In Abb.9a ein gestielter Follikel. Vergrößerung: 200; Versilberung nach Gomori. a) Fasergeflecht der Lymphscheide u. b) des Follikels c) Lymphscheidenarterie d) Lymphgefäß.

kammern des Retikulums der roten Pulpa werden zum Follikel hin fortlaufend enger und in tangentialer Richtung länger. Dabei befinden sich die längsten Maschen an der Grenze von Follikelmantel und Follikelhof (Nomenklatur nach Jäger, 1929). Die Retikulumzellkerne sind hier ebenfalls in tangentialer Richtung verlängert. Im Follikelzentrum werden die Maschen wieder rundlicher und größer. Hier ist das Retikulum hauptsächlich zellulär und nur wenig fasrig (Abb.9a u. 9b). Dagegen ist der Follikelmantel gegen den Follikelhof durch ein schmales, nur bis zu 15 µ breites und feines argyrophiles Fasergeflecht abgegrenzt. Der Follikel ist durch dieses Fasergeflecht ebenso verschnürt wie die Lymphscheide (siehe Seite 39). Der zur roten Pulpa gehörende Follikelhof ist in der durchspülten Milz von freien Zellen leergespült; in den undurchspülten Milzen jedoch liegen hier dichtgedrängt Lymphozyten, deren Zahl zur roten Pulpa hin weiter abnimmt. Die schmale Gewebsbrücke zwischen gestieltem Follikel und Lymphscheide ist wie diese gebaut.

Alle Follikel von Dasypus novemcinctus haben meist exzentrisch gelegene, kleinere oder größere helle Zentren. Bei Chaetophractus villosus finden sich neben Follikeln mit hellen Zentren, zahlreiche Follikel ohne diese, wie das auch Hartwig (1949) für die Milz eines 3/4 jährigen Fohlens beschreibt. Die Follikel sind also nicht alle im gleichen Entwicklungszustand (Vgl. dagegen Hellmann, 1938). Die hellen Zentren enthalten wechselnd viele, unterschiedlich große retikuläre Zellen. In manchen hellen Zentren finden sich neben Makrophagen walzenförmige, hantelförmige oder sehr vielgestaltige Kernelemente, die von einem nicht abgrenzbaren Protoplasma umgeben sind. Zu welcher Zellart diese Kernelemente gehören, läßt sich nicht entscheiden. Vermutlich handelt es sich um Dege-

nerationsformen. Viele helle Zentren von Chaetophractus villosus - von Dasypus novemcinctus sehr viel seltener - enthalten größere Hyalinbrocken. Es handelt sich jedoch nicht um kapilläres Hyalin, da Kapillaren im Follikelinnern fehlen (siehe Seite 43). Auch bei Follikeln ohne helles Zentrum sind bisweilen kleine Hyalinbrocken erkenntlich. Vor allem bei Dasypus novemcinctus finden sich am Rande vieler Zentren Lymphoblasten und große hellkernige Zellen, welche mit ihrem "in einem einzigen Nukleolus zusammengeballten Chromatin" (Hoepke 1932) den Makrolymphozyten der Igelmilz entsprechen. Mitosen in großen Zellen sind am Rande dieser Zentren relativ häufig, im Follikelmantel seltener. Diese Follikel entsprechen der Beschreibung eines Keimzentrums, in welchem nur die Vorstufen kleiner Lymphozyten entstehen (Hoepke 1932). Die hellen Zentren bei beiden Gürteltierarten sind meist ziemlich scharf vom lymphozytenreicheren Mantel begrenzt, manchmal auch gehen sie allmählich in diesen über. Die Masse der Zellen dieses Mantels besteht aus mittleren, weniger aus kleinen Lymphozyten und seltener großen Lymphozyten. Die kleinen Lymphozyten nehmen innerhalb des Mantels zur roten Pulpa hin nicht zu, sondern sind erst im Hof in größerer Zahl vorhanden. Im übrigen beinhaltet aber der Follikelhof wie auch die Lymphscheide vor allem mittelgroße Lymphozyten. Erythrozyten kommen in den Retikulummaschen des Follikelhofes und seltener der Lymphscheide in mäßiger Menge vor. Außerdem finden sich im Follikelhof und in der Lymphscheide mancherorts Megakaryozyten, wie das auch Hoepke (1931) für die Milz des Igels beschrieben hat. Die Megakaryozyten liegen in der Lymphscheide meist einem Lymphgefäß an. Die weiße Pulpa ist frei von Eisen.

Bei Dasypus novemcinctus verlaufen die Arterien meist im Hof der

Follikel als Lymphscheidenarterien, seltener als Follikelarterien in deren Mantel. Zentral im Follikel verlaufende Arterien sind selten. Diese sind bei Chaetophractus villosus nur in den Follikeln vorhanden, die das Ende einer Lymphscheide bilden. Sonst fehlen Chaetophractus villosus Follikelarterien, weil bei Follikeln, welche in breiterem Zusammenhang mit der Lymphscheide stehen, deren Arterien Lymphscheidenarterien bleiben. Die Lymphscheidenarterien überschreiten in keinem Fall die Grenze zwischen Follikelhof und Follikelmantel. Die gestielten Follikel werden nicht von Arterien berührt oder durchzogen.

Die Follikel mit und ohne helles Zentrum haben bei Chaetophractus villosus dieselbe Gefäßversorgung. Dabei ist das Fehlen eines Innennetzes, wie es Jäger (1929) für die Menschenmilz beschrieben hat, kennzeichnend. Die im Hof eines Follikels verlaufende Lymphscheidenarterie entsendet vor oder hinter dem Follikel kleine Pulpaarterien. Diese ziehen nicht nur zum nächsten, sondern auch zu benachbarten, weiter entfernt liegenden Follikeln, wie das auch Jäger (1929) für die Menschenmilz beschrieben hat. Die Hülsen am Ende dieser Pulpaarterien liegen teils in der roten Pulpa, teils am Rande der weißen Pulpa. Die arteriellen Endkapillaren können sowohl zur roten als auch zur weißen Pulpa ziehen. Manche Hülsen liegen oft bis zur Hälfte ihres Durchmessers im Follikelhof. Die aus diesen Hülsen austretenden arteriellen Endkapillaren ziehen zum Mantel des Follikels, liegen diesem eine Strecke weit außen an und enden in den dort länglichen Retikulummaschen. Auch Kapillaren die aus den weiter vom Follikel entfernt liegenden Hülsen kommen, ziehen, den Follikel manchmal zangenförmig umgreifend, zu diesem und enden teilweise vor dem Follikelhof, teils am Rand des Folli-

kelmantels. Da die Kapillaren am Follikelmantel größtenteils anastomosieren, entsteht hier ein Kapillarnetz. Besonders bei den gestielten Follikeln beteiligen sich oft Kapillaren an der Versorgung, die nicht nur Äste der zugehörigen Lymphscheidenarterien, sondern auch benachbarter Lymphscheiden- bzw. Pulpaarterien sind. Nur einmal konnte ich eine quer durch einen Follikel ziehende Kapillare beobachten, die dann außerhalb des Follikels endete. Die Kapillarversorgung der Lymphscheide ist ähnlich wie die der Follikel. Hier enden die von außen kommenden Kapillaren in den oberflächennahen Maschen der Lymphscheide; selten dringt eine Kapillare tiefer in die Lymphscheide ein. Einmal habe ich bei Chaetophractus villosus einen hülsenlosen Kapillarübergang am Rande der Lymphscheide gesehen: Eine Pulpaarterie zog rückläufig in die Lymphscheide, wo sie sich in ein arterielles Endbäumchen aufteilte. Die Äste dieses Endbäumchens zogen wieder aus der Lymphscheide heraus. Einer der Äste ging am Rande der Lymphscheide in vier divergierende Kapillaren über, welche sich der Lymphscheide außen anlegten und dort nach kurzem Verlauf endigten. Die Follikel und die Lymphscheide von Dasypus novemcinctus sind ebenso wie die von Chaetophractus villosus versorgt, soweit sich das an den undurchspülten Milzen erkennen läßt.

IV. Diskussion der Befunde.

Zunächst ist zu fragen, ob die Gürteltiermilz strukturell in die Reihe der bisher bekannten Säugermilzen einzuordnen ist. v. Herrath (1936,1) unterscheidet zwei Säugermilztypen mit fließenden

Übergängen: eine Stoffwechselmilz und eine Speichermilz. Hohes relatives Milzgewicht, zahlreiche und muskulöse Trabekel in Verbindung mit einem hohen Anteil der roten Pulpa am Gesamtorgan kennzeichnen die Speichermilz. Die Stoffwechselmilz hat ein niedriges relatives Milzgewicht, ist trabekel- und muskelarm bei stark ausgeprägter weißer Pulpa. Neuerdings differenziert v. Herrath (1966) die beiden Milztypen auch zytologisch: "In der Speichermilz prävalieren die Retikulumzelle und der Erythrozyt, in der Stoffwechselmilz die Sinusendothelzelle und die basophile Rundzelle."

Das relative Milzgewicht der untersuchten drei Tiere von Dasypus novemcinctus ist mit etwa 1/800 relativ niedrig, etwas niedriger als das der Menschenmilz und spricht für eine Stoffwechselmilz. Das relative Milzgewicht des einen untersuchten Chaetophractus villosus dagegen ist, weil das Organ nicht entblutet war, mit 1/180 unverhältnismäßig hoch und ist daher nicht vergleichbar (siehe auch Seite 4). Die Gewichtsunterschiede demonstrieren jedoch den möglichen Umfang der Volumenänderung der Gürteltiermilz. Der Aufbau der Kapsel und der Trabekel ermöglicht diese Volumenänderungen; denn die Kapsel ist durch das Fehlen einer geschlossenen Bindegewebsschicht nicht auf ein bestimmtes Maximalvolumen eingestellt. Durch die innige Verflechtung von Kollagen und Muskulatur in Verbindung mit elastischen Fasern muß sie in weiten Grenzen verstellbar sein. Die stark muskulöse Kapsel kann sich andererseits gut kontrahieren und unterstützt damit die zahlreichen und sehr muskelstarken Trabekel, die die Hauptarbeit bei der Kontraktion des Organs leisten müßten. - Die reich verzweigten und zum Teil sehr dünnen Trabekel lassen auf eine feine Regulierbarkeit des Milzvolumens schließen. Warum für diese Aufgabe die Verteilung

der Trabekeldurchmesser nicht gleichmäßig ist,sondern Trabekel bestimmter Dicke bevorzugt werden, ist nicht geklärt. Vielleicht verhindert eine kurze, starke körperliche Arbeit, wie sie etwa beim sich schnell eingrabenden Gürteltier gegeben ist, eine gleichmäßigere Trabekelaufteilung, weil bei der gleichzeitigen, schnellen Milzkontraktion wohl Trabekel bestimmter Durchmesser bevorzugt betätigt werden dürften (vgl. auch v. Herrath 1938). Die unterschiedliche Verteilung der Trabekeldurchmesser drückt aber wahrscheinlich besonders auch ein schubweises Wachstum ("Wachstumswellen", Hartwig 1949) aus. Mit zunehmendem Alter könnten sich diese Unterschiede in der Verteilung der Trabekeldurchmesser etwas ausgleichen, weil weniger Wachstumswellen erfolgen. Daher verläuft die Durchmesserkurve der Trabekel eines älteren Dasypus novemcinctus gleichförmiger; denn die dünneren Trabekel sind hier gleichmäßiger über einen größeren Durchmesserbereich verteilt. Dazu würde eine relative Bindegewebsvermehrung, wie sie von Hartwig (1949) beim Vergleich von Fohlen- und Pferdemilzen gefunden wurde, die relative Vermehrung der dickeren Trabekel des älteren Dasypus novemcinctus erklären. - Neben dem kräftigen Kapsel- und Trabekelsystem deutet auch die relativ umfangreiche rote Pulpa darauf hin, daß die Gürteltiermilz, trotz des geringen Relativgewichtes der Milz, einen kreislaufwirksamen Erythrozytenspeicher besitzen muß. Insofern dürfte die Gürteltiermilz in der Typenreihe der Säugermilzen eine Mittelstellung einnehmen. Die Kombination von niedrigem relativem Milzgewicht und kreislaufwirksamer Erythrozytenspeicherung kann zum Teil äußerlich bedingt sein, da angenommen werden kann, daß die Erythrozytenspeicherfunktion der Gürteltiermilz wesentlich kreislaufmechanischen Aufgaben und nicht der Wärmeregula-

tion dient; denn das Gürteltier lebt in subtropischen Gebieten, und sein Schuppenpanzer dürfte es außerdem vor großen Temperaturunterschieden schützen. Die Wärmeregulation stellt daher dem Kreislauf vermutlich keine großen Aufgaben. So braucht sich die Milz mit ihrem Erythrozytenspeicher nicht, wie bei anderen Säugern mit Speichermilz, an der Wärmeregulation zu beteiligen, wodurch ein niedrigeres relatives Milzgewicht bedingt sein dürfte.

Snoock (1950) -und vor ihm schon Neubert (1922) und Watzka (1937) - unterscheidet nicht zwischen Speicher- und Stoffwechselmilz, sondern zwischen Retikulum- und Sinusmilz. Die Retikulummilz besitzt ein Pulpavenensystem, aber keine Sinus (v. Herrath 1958). Nach v. Herrath (1958) ist die Speichermilz eine Retikulummilz, die Stoffwechselmilz eine Sinusmilz. Auch von diesem Gesichtspunkt aus wird die Mittelstellung der Gürteltiermilz in der genannten Typenreihe besonders hervorgehoben durch das bisher unbekannte gleichzeitige Vorkommen von Pulpavenensystemen und Sinus (Abb.6), im Sinne plexusartig anastomosierender venöser Kapillaren. Denn zunächst anastomosieren die quantitativ geringer als das Retikulum ausgebildeten Pulpavenensysteme überall wenigstens durch einen ihrer Seitenäste; um die weiße Pulpa jedoch anastomosieren die Pulpavenen so häufig, daß es hier zur Ausbildung eines Sinussystems kommt. Diese Sinuisation kann durch die Einschaltung der fakultativen Anastomosen zwischen den Pulpavenenanfängen (siehe Seite 27) noch verstärkt werden. Dieser Entwicklungsgang der Sinus aus anastomosierenden Pulpavenen ist zudem aus der Wandbeschaffenheit und dem Durchmesser zu folgern; denn die Sinus besitzen keine speziell gebauten Wandungen, sondern dieselben wie die Pulpavenen (siehe Seite 27). Außerdem fehlen den Sinusendothelzellen eigens zugeord-

nete Gitterfasern. Die an der Pulpavenen- und Sinuswand ungeordnet liegenden, spärlichen Gitterfasern gehören zu den umgebenden Retikulumzellen. Größere Kaliberschwankungen der Sinus sind selten. Es liegt hier also die einfachste Form der Sinus vor, mit übrigens nicht streng in der Gefäßlängsrichtung liegenden Zellkernen. Diese Sinus haben sich um die weiße Pulpa entwickelt, wo auch bei anderen Sinusmilzen (Mensch, Kaninchen) sehr viele Sinus liegen. Die Gürteltiermilz besitzt als erste der bisher untersuchten Milzen in Übergängen zugleich Pulpavenensysteme und Sinusnetze.

Auch zytologisch (vgl. Seite 45 und v. Herrath 1966) nimmt die Gürteltiermilz eine Mittelstellung in der Typenreihe ein. Denn es prävaliert in ihr einerseits die Retikulumzelle, wie in einer Speichermilz, während andererseits die basophilen Rundzellen, welche der Stoffwechselmilz zugeordnet sind, im Splenogramm mit 68 % vorherrschen. Dazu kommt eine offenbar das ganze Leben hindurch anhaltende Erythro- und Granulopoese, wodurch die Gürteltiermilz als ursprüngliche Milz charakterisiert ist.

Nach ihrer allgemeinen Typisierung gleicht die Gürteltiermilz der Hunde- und Katzenmilz besonders. Das Balkengerüst ähnelt sehr dem der Hundemilz. Auch die Blutzellneubildung wäre mit der der Milz eines neugeborenen Hundes vergleichbar. Die Pulpavenensysteme dagegen entsprechen eher denen der Katzenmilz, wenn sie auch reichlicher verzweigt sind. Das gleichzeitige Vorkommen von Sinus jedoch, welche aus anastomosierenden Pulpavenen hervorgegangen sind, ist bisher bei keiner anderen Säugermilz beschrieben worden. Dieses Nebeneinander von Sinus und Pulpavenensystemen ist das besondere Kennzeichen der Gürteltiermilz.

V. Zusammenfassung.

An drei undurchspülten Milzen von Dasypus novemcinctus und einer durchspülten Milz von Chaetophractus villosus wurde der mikroskopische Aufbau der Gürteltiermilz untersucht. Die ungeschichtete Kapsel und die vielen Trabekel sind reich an glatter Muskulatur. Die arteriellen Gefäße sind lang und an ihrem Ende reich verzweigt. Den Follikeln fehlt ein kapilläres Innennetz. Die Gürteltiermilz besitzt, als erste der bisher untersuchten Milzen, in Übergängen zugleich Pulpavenensysteme und Sinusnetze. Lymphgefäße lassen sich vom Hilus aus bis in die Lymphscheide verfolgen. Typologisch ist die Gürteltiermilz eine Speichermilz mit umweltbedingtem niedrigem relativem Milzgewicht. Die erwachsene Milz ist auch insofern ursprüngliche Milz, als sie zeitlebens blutbildendes Organ bleibt.

Dank.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. v. Herrath für die Überlassung des Themas, seine stets gern gewährte Hilfe und seinen erfahrenen Rat.

Herrn Prof. Dr. Maßhoff danke ich ebenfalls für seine wertvollen Hinweise.

Literaturverzeichnis.

1. Andreasen, E.: Zur Funktion der Lymphozyten. Verh. Anat. Ges.

46. Tgg. 1938; Erg.-H. Anat. Anz., Jena 87, 226 (1938/39)

2. Aschoff, L.: Über die lymphatischen Organe, Verh. Anat. Ges.; 46. Tgg. 1938; Erg.-H. Anat. Anz., Jena 87, 152 (1938/39).

3. Blumenthal,I.: Die Milz des Elches (Alces alces L.), Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig 58, 230 (1952).

4. Clara, M.: Die arterio-venösen Anastomosen 2. Aufl., Springer Verlag, Wien (1956).

5. Dabelow, A.: Die Blutgefäßversorgung der lymphatischen Organe, Verh. Anat. Ges., 46. Tgg. 1938; Erg.-H. Anat. Anz. Jean 87, 179 (1938/39).

6. Dustin, P.: Les housses spléniques de Schweigger-Seidel, Etude d'histologie et d'histophysiologie comparées,Arch. biol., Paris 49, 1 (1938).

7. Faller, A.: Das Gerüstwerk der menschlichen Milz, Schweiz. med. Wschr. 75/16, 337 (1945).

8. Graumann, W.: Kohlenhydrathistochemie der Bindegewebsfasern, Acta histochemica 3, 226 (1957).

9. Greef, Koch, Plewa u. Thauer: Zur Analyse der quantitativen Beziehungen zwischen Blutverlust und Entspeicherungsvermögen der Milz, Pflügers Arch. Physiol. 259, 454 (1954).

10. Harting, K.: Vergleichende Untersuchungen über die mikroskopische Innervation der Milz des Menschen und einiger Säugetiere, Erg. Anat. Entw.gesch. 34, 1 (1952).

11. Hartmann, A.: Die Milz, in: Hdb. mikroskop. Anat. d. Menschen, Springer, Berlin 6,1, 397 (1930).

12. Hartwig, H.: Die makroskopischen und mikroskopischen Merkmale und die Funktion der Pferdemilz in verschiedenen Lebensaltern und bei verschiedenen Rassen, Zschr. mikrosk.-

anat. Forsch., Leipzig 55, 287 (1949).

13. Hellman, T.: Die Reaktionszentren des lymphatischen Gewebes, Verh. Anat. Ges. 46. Tgg. 1938; Erg.-H. Anat. Anz., Jena 87, 132 (1938/39).
14. v. Herrath, E.: Vergleichend-quantitative Untersuchungen an acht verschiedenen Säugermilzen, Zschr. mikrosk.-anat. Forsch.; Leipzig 37, 389 (1935).
15. v. Herrath, E.: Bau und Funktion der Milz, Zschr. Zellforsch. 23, 375 (1935).
16. v. Herrath, E.: Experimentelle Ergebnisse zur Frage der Beziehungen zwischen Bau und Funktion der Säugermilz, Verh. Anat. Ges., Jena 45 (1937); Erg.-H. Anat. Anz., Jena 85 (1938).
17. v. Herrath, E.:Die Milztypen beim Säuger, Verh. Anat. Ges., Jena 46 (1938); Erg.-H. Anat. Anz.,Jena 87, 247 (1938).
18. v. Herrath, E.: Die Morphologie des Retothelialen Systems, Verh. Dtsch. Ges. Path. 137. Tgg. S. 13 (1953).
19. v. Herrath, E.: Bau und Funktion der normalen Milz, Walter de Gruyter & Co., Berlin (1958).
20. v. Herrath, E.: Zur Frage der Typisierung der Milz, Anat. Anz. 112. 140, Jena (1963).
21. v. Herrath, E.: Histologie und Funktion der normalen Milz, in: Leber und Milz, Bericht über die vierte Lebertagung der Sozialmediziner, Thieme, Stuttgart (1966).
22. Herrlinger, R.: Die Milzgefäße der weißen Ratte, Zschr. mikroskop.-anat. Forsch., Leipzig 43, 34 (1938).
23. Herrlinger, R.:Das Ende der arteriellen Bahn in der Pars subcapsularis der menschlichen Milz, Klin. Wschr. 7/8, 124 (1948).
24. Herrlinger, R.: Neue funktionell-histologische Untersuchungen an der menschlichen Milz, Zschr. Anat. Entw.gesch. 114, 340 (1949).
25. Hoepke, H.: Die Milz von Igel und Fledermaus in und nach dem Winterschlaf, Anat. Anz., Jena, Erg.-H. 72, 216 (1931).
26. Hoepke, H.: Keimzentren oder Reaktionszentren? Eine Antwort an K. Köhn, Zschr. inn. Med., Leipzig 10/4, 201 (1955).
26. Hoepke u. Grundies: Die Wirkung basischer und saurer Ernäh-

rung auf das Lymphgewebe des Igels, Zschr. Anat. Entw.-gesch. 104, 207 (1935).

27. Hueck, W.: Über den Bau der Lymphknötchen in der Milz, Verh. Dtsch. Path. Ges. 22, 238 (1927).

28. Hyrtl, I.: Das arterielle Gefäßsystem der Edentaten, Denkschrift d.k. Akad. d. Wissensch. Wien 6, 21 (1854).

29. Jäger,E.: Die Gefäßversorgung der Malphighischen Körperchen in der Milz, Zschr. Zellforsch. 8, 578 (1929).

30. Jerusalem, Chr. und W. Kretschmar: Die Erythro- und Lymphopoese in der Mäusemilz bei Plasmodium berghei- Infektionen. Verh. Anat. Ges. 59. Vers. München 1963; Erg.-H. Anat. Anz. 113, 95, Jena (1964).

31. Kellner, G.: Die Endstrombahn der menschlichen Milz, Verh. Anat. Ges. 59. Vers. München 1963; Erg.-H. Anat. Anz. 113, 207, Jena (1964).

32. Knaurs: Tierreich in Farben, Säugetiere, Droemersche Verlagsanstalt München (1956).

33. Lewis, Jessica H. and Alfred P. Doyle: Coagulation, protein and cellular studies an armadillo blood, Comp. Biochem. Pysiol. 12/1, 61 (1964); referiert in Biological Abstracts 46 Nr.2, Entries 6023 (Januar 1965).

34. Mammals of the World I,Baltimore (1964).

35. Martin, R.: Milzkapsel und -balken, Zschr. Anat. Entw.-gesch. 116, 96 (1951).

36. Moeschlin, S.: Die Milzpunktion, B. Schwabe u. Co., Basel (1947).

37. Mollier, S.: Über den Bau der Milz, Sitz.ber. Ges. Morphol. u. Physiol. 25. 87, München (1909).

38. Mollier, S.: Über den Bau der capillaren Milzvenen (Milzsinus). Archiv mikr. Anat. 76, 608, Bonn (1911).

39. Neubert, K.: Der Übergang der arteriellen in die venöse Blutbahn bei der Milz, Zschr. Anat. Entw.gesch. 66,424,(1922).

40. Orsós, F.:Über die subkapsulären Schichten der Milz, Verh. Dtsch. Path. Ges. 25, 220, (1930).

41. Putschar, W.: Die Entwicklungsstörungen der Milz, in: Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere, Fischer, Jena 3, 760 (1934).

42. Weissner, H.: Untersuchungen über die Form des Balkengerüstwerkes der Milz bei einigen Haussäugetieren sowie über die Verteilung von elastischem und kollagenem Bindegewebe und glatter Muskulatur in Kapsel und Trabekeln, Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig 16, 198 (1929).
43. Retterer, E. et H. Neuville: De la rate des Edentés, C.r. Hebdomad. Séances et Mémoires, Société Biologie, Paris 79, 18 (1916).
44. Richter, H.: Vergleichende Untersuchungen über das Hämo-, Myelo- und Splenogramm bei Tieren mit Stoffwechsel- und Speichermilz, Zschr. Zellforsch. 38, 509 (1953).
45. Riedel, H.: Das Gefäßsystem der Katzenmilz, Zschr. Zellforsch. 15, 459 (1932).
46. Riegele, L.: Über die mikroskopische Innervation der Milz, Zschr. Zellforsch. 9, 511 (1929).
47. Schabadasch, A.: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Milzarterien. Versuch einer Analyse der Evolutionsbahnen des peripherischen Gefäßsystems, Zschr. Anat. Entw.gesch 104, 502 (1935).
48. Schlüns, J.: Über den Nachweis einer γ-Glutamyltranspeptidase ähnlichen Enzymaktivität in den Schweigger-Seidelschen Kapillarhülsen der Milz des Schweines, Tierärztl. Umschau, Konstanz, 19/4 (April 1964).
49. Schudy, G.: Beitrag zur Funktion des lymphatischen Gewebes, Verh. Anat. Ges. 46. Tgg.;Erg.-H. Anat. Anz., Jena 87, 89 (1938/39).
50. Snook, T.: A comparative study of the vascular arrangements in mammalian spleens, Amer. J. Anat. 87, 31 (1950).
51. Steger, G.: Zur Biologie der Milz der Haussäugetiere, Dtsch. tierärztl. Wschr. 46, 609 (1938).
52. Talmage, Roy V., G. Dale Buchanan: The armadillo (Dasypus novemcinctus). A Review of its natural History, Ecology, Anatomy and Reproductive physiology, Rice Inst. Pamphlet Monograph in Biology, Houston, 41, no. 2; (pp. viii,135) July (1954).
53. Teitel-Bernard, A.: Über die Blutzirkulation in der Hundemilz, Zschr. Zellforsch. 12, 544 (1931).

54. Tischendorf,F.: Milz, in: Kükenthals Handbuch der Zoologie, VIII/5 (2), 1, W. de Gruyter & Co., Berlin (1956).
55. Tischendorf, F.: Neue Beobachtungen zur Frage der arteriellen Endigungen in der menschlichen Milz, Anat. Anz., Jena 103, 437 (1956).
56. Watzka, M.: Zur Kenntnis der Milz der Säugetiere (Kapillarhülsen, Megakaryozyten, Sinusendothel und Plasmaabbau), Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig 41, 498 (1937).
57. Weidenreich, F.: Das Gefäßsystem der menschlichen Milz, Arch. mikrosk. Anat. 58, 247, Bonn (1901).
58. Wislocki, G.B.: Observations on the gross and mikroscopic anatoma of the sloths (Bradypu griseus griseus Gray and Cholepus hoffmanni Peters), J. Morphol. 46, no. 2, 317 Philadelphia (1928).

Lebenslauf.

Am 26. Oktober 1941 wurde ich, Hansjörg Grundies, als Sohn des Chirurgen Dr. Hans-Joachim Grundies und seiner Ehefrau, der prakt. Ärztin Dr. Marie Luise, geb. Gollrad, zu Freiburg im Breisgau geboren. Nach der Ausbombung in Freiburg verbrachte ich die ersten Lebensjahre in Allensbach am Bodensee. Dort ging ich auch zur Volksschule. Nach dem Umzug nach Konstanz besuchte ich dort das humanistische Heinrich Suso Gymnasium, wo ich am 24. Februar 1961 die Reifeprüfung ablegte.

Mit dem Sommersemester 1961 begann ich das Medizinstudium an der Freien Universität Berlin. Hier legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. In den klinischen Semestern studierte ich zwischenzeitlich in Heidelberg und Göttingen. Am 27. September 1967 legte ich vor dem Prüfungsausschuß der Freien Universität Berlin das medizinische Staatsexamen ab.

Ich bin deutscher Staatsbürger, verheiratet und gehöre der katholischen Kirche an.

Fred Höpfner · Dissertationsdruck · 1 Berlin 12 · Pestalozzistr. 105 · Tel. 318885